



Eindverslag

Innovatieve Energiezuinige Kas met Geoptimaliseerde Zigzag-vormige Kunststofplaten

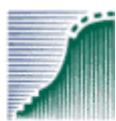
P.J. Sonneveld en D. Waaijenberg, IMAG, Wageningen
R.A.F. van Paassen, S.C van Woerden, PPO, Naaldwijk

Nota P 2002-46

september 2002



landbouw, natuurbeheer
en visserij



Productschap Tuinbouw



IMAG

PRAKTIJKONDERZOEK
PLANT & OMGEVING



GE Structured Products





Innovatieve Energiezuinige Kas met Geoptimaliseerde Zigzag-vormige Kunststofplaten

P.J. Sonneveld en D. Waaijberg, IMAG, Wageningen
R.A.F. van Paassen, S.C van Woerden, PPO, Naaldwijk

september 2002

Nota P 2002-46



landbouw, natuurbeheer
en visserij



Productschap Tuinbouw



IMAG

PRAKTIJKONDERZOEK
PLANT & OMGEVING



GE Structured Products

© 2002

Instituut voor Milieu- en Agritechniek (IMAG)
Mansholtlaan 10-12, Postbus 43, 6700 AA Wageningen
Telefoon 0317 – 476300
Telefax 0317 – 425670
www.imag.wageningen-ur.nl

Interne mededeling IMAG. Niets uit deze nota mag elders worden vermeld, of vermenigvuldigd op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van IMAG of de opdrachtgever. Bronvermelding zonder de feitelijke inhoud is evenwel toegestaan, op voorwaarde van de volledige vermelding van: auteursnaam, instituut en notanummer en de toevoeging: 'niet gepubliceerd'.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system of any nature, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying or otherwise, without the prior written permission of IMAG.





Inhoud

Voorwoord.....	7
Samenvatting.....	8
1. Inleiding.....	9
2. Ontwikkeling van de Kasconstructie	9
2.1. Inleiding	9
2.2. Constructietekeningen	12
2.3. Aanpassing van de platenproductie.....	12
2.4. Aanpassingen van de constructie	14
2.5. Versterking van het luchtraam.....	15
3. Bepaling van de lichttransmissie	17
3.1 Inleiding	17
3.2 Meting van de lichttransmissie van de zigzagplaat	17
3.3 Berekening van de lichttransmissie in de kas.....	19
3.3.1Kasomschrijving.....	19
3.3.2Uitgangspunten berekening.....	19
3.3.3Berekeningswijze	20
3.3.4Resultaten	21
3.4 Samenvatting en conclusies.....	21
4. Integratie in een Teeltsysteem.....	22
4.1 Inleiding.....	22
4.2 Lichttransmissie.....	23
4.3 De invloed van UV-straling	24
4.3.1 Inleiding	24
4.3.1 Gedrag van planten (door Silke Hemming).....	25
4.3.2 Gedrag van bijen.....	27
4.4 Energiebesparing	27
4.5 Conclusies.....	30
5. Bedrijfseconomische beoordeling (door R.A.F. van Paassen).....	30
5.1 Inleiding	30
5.2 Economische evaluatie	31
5.2.1 Zigzagdek met energiebesparing en productievermindering	31
5.2.2 Alternatieve goot	32
5.2.3 Vergelijking referentie met gehard glas.....	33
5.3 Subsidie mogelijkheden	33
5.3.1 Energie Investerings Aftrek	34
5.3.2 Energie Investerings Aftrek in combinatie met VAMIL.....	34
5.3.3 Overige regelingen.....	34
5.4 Conclusies.....	35
6. Milieukundige evaluatie (door S.C van Woerden).....	35
6.1 Levens Cyclus Analyse Kasdek.....	36
6.2 Levens Cyclus Analyse Teelt	37
6.2.1 Tomaat	37
6.2.2 Chrysant	39
6.3 Discussie en Conclusies	40
7. Kennisoverdracht	41
7.1 Verspreiding van de resultaten	41
7.2 Verdere ontwikkeling	43
8. Conclusies.....	43



9. Aanbevelingen.....	44
10. Literatuur	44
11. Appendix	47
A. Tussen resultaten lichtberekeningen	47
B. Datasheet dubbelzigzag-materiaal	48



Voorwoord

Dit onderzoek is verricht in opdracht van NOVEM, Productschap Tuinbouw en LNV in de periode januari 2000 t/m juli 2002. Het NOVEM project nummer is 335519/9211 en van het Productschap Tuinbouw is het nummer: 10668. Wij danken de NOVEM, Productschap Tuinbouw en LNV voor de financiële ondersteuning van dit onderzoek.



Samenvatting

Voor het dubbel zigzagmateriaal is een nieuwe kasdek constructie ontwikkeld. Het ontwerp is gebaseerd op kapoverspanningen van 4,80 m, vakmaten van 4,80 m en plaatafmetingen van 1,20 m x 1,76 m. De uitwendige maten van de kas die op het Floriade terrein gebouwd is, zijn 14,40 x 48 m. De beluchting vindt plaats in de nok met een hefluchtraamconstructie. De kunststof platen zijn m.b.v. een proefproductie vervaardigd met een vacuümvormtechniek. De onderplaat en bovenplaat zijn aan elkaar gemonteerd door afstandhouders in onderplaat met een driehoekige vorm. Door de platen aan de randen vlak te houden ontstaat een eenvoudige aansluiting van de platen aan dakgoot-, gording- en het nokprofiel.

Door de goede mechanische eigenschappen is een directe overspanning mogelijk van de halve kapbreedte bij een kapbreedte van 4,80 m. Door de platen uit te voeren met een klikverbinding kunnen de roeden vervallen. De nieuw ontwikkelde kas is als onderdeel van de "Kas van de Toekomst" gebouwd op het Floriade terrein in Haarlemmermeer. Het materiaal uit de proefproductie bevat nog een pigment dat de lichttransmissie met 7 % vermindert ten opzichte van de eerdere samples in de onderzoeksfase. In het uiteindelijke materiaal wordt dit pigment verwijderd. Momenteel wordt een productielijn voorbereid om het materiaal op industriële schaal te produceren met behulp van extrusie techniek. Inmiddels is gebleken dat met het recent geproduceerde extrusie materiaal dezelfde hoge lichttransmissie uit de onderzoeksfase tevens met dit materiaal gehaald wordt.

De laatste metingen van de nieuw ontwikkelde geëxtrudeerde platen geven voor direct licht dezelfde lichttransmissie als de platen uit de research fase namelijk 88-89 %. Voor diffuus licht blijft dit nog 2 % achter namelijk 76 %. Bij de industriële productie die start in januari 2003 zal door het aanbrengen van een antireflectiecoating de lichtdoorlatendheid met 2 % verhoogd worden.

De jaarrond berekeningen met het kasklimaat-simulatiemodel KASPRO geven een energiebesparing 20-25 %. Een dubbelwandige dek resulteert in minder condensatie en daarom in meer vocht in de kaslucht, waardoor er ook meer gelucht zal moeten worden. Grotere besparingen zijn mogelijk wanneer hogere luchtvochtigheden in de kas worden toegelaten. Extra energiebesparing is tevens mogelijk met ontvochtiging door energiezuinige warmte terugwinning uit ventilatielucht door de inbouw van een warmtewisselaar, het vermijden van koudebruggen bij de fundering en door het optimaliseren van de profielen van dakgoot en nok en het toepassen van temperatuurintegratie.

De meest interessante regelingen voor de Floridakas zijn de Energie Investeringsaftrek (EIA) en de regeling Willekeurige afschrijving Milieu-investeringen in de landbouw (VAMIL). Het netto voordeel hangt af van het belastingtarief, maar zal voor de EIA (aftrek) groter zijn dan voor de VAMIL (rente- en liquiditeitsvoordeel). In een rekenvoorbeeld is aangegeven dat de combinatie met Energie Investeringsaftrek voor de teelten tomatomaat, paprika en troschryasant ten opzichte van de referentiekas een positief bedrijfsresultaat ontstaat voor de kas met een zigzagbedekking. Zonder deze subsidie is de teelt van tomaat is bedrijfseconomisch het meest interessant voor de zigzagkas. Door toepassing van de alternatieve goot ontstaat meer investeringsruimte. Toepassing van deze goot lijkt bedrijfseconomisch dan ook interessant. Uit het totaalplaatje inclusief alternatieve goot (Tabellen 5-5, 5-6 en 5-7) blijkt dat de Floridakas voor tomaat bij een gasprijs van 23 ct/m³ bedrijfseconomisch interessant is. Bij de troschryasant en Kalanchoë levert dit eveneens een redelijke investeringsruimte op en in combinatie met subsidie is de investering interessant. Indien rekening wordt gehouden met een duurdere referentiekas door het verplicht stellen van gehard glas dan is de Floridakas ook bij een gasprijs van 18 cent of een commodityprijs van 14 cent ook zonder subsidie rendabel.

De overall-conclusie uit het onderzoek luidt dat het bestudeerde concept belangrijke energiebesparingen van 20-25 % kan opleveren voor de teelten die veel energie vragen en dat toepassing in de tuinbouw mogelijk is. De genoemde energie besparing kan naar verwachting oplopen tot 35-40 % wanneer de zigzagkas is uitgevoerd met ontvochtiging door energiezuinige warmteterugwinning uit ventilatielucht door inbouw van een warmtewisselaar. De integratie van het nieuwe kasdek en de energiezuinige warmteterugwinning in een demonstratieproject kan de invoer van dit kasdek in de praktijk versneld doen plaatsvinden.



1. Inleiding

Op grond van de conclusies van IMAG-Nota P 2001-88 (Sonneveld et al, 2001), waarin de ontwikkeling van het dubbelzigzag materiaal is beschreven, is een nieuwe kasdek ontworpen met zigzag-vormige kunststofplaten. In eerste instantie in de richting van een demonstratieproject op de internationale tuinbouwtentoonstelling Floriade 2002 in Haarlemmermeer. In tweede instantie is deze ontwikkeling gegaan in de richting van geëxtrudeerde polycarbonaatplaten, die in een continue-proces geproduceerd kunnen worden. Voor het prototype op de Floriade is gebruikt gemaakt van een proefproductie met een vacuümform en lijm techniek. Voor het project 'Kas van de Toekomst', was een beperkte hoeveelheid kasdek materiaal van ca. 900 m² nodig omdat het hier om een prototype ging. De ideale dubbelwandige zigzag-plaat, zoals beschreven in de eerste IMAG-nota P 2001-88 is nog in ontwikkeling door de producent General Electric Plastics. Om tot een industriële productieschaal te komen bleek verdere ontwikkeling noodzakelijk. Deze ontwikkeling vindt momenteel plaats in de richting van een geëxtrudeerde dubbelwandige polycarbonaatplaat in zigzag-vorm. Hierbij wordt General Electric Plastics ondersteund door IMAG met metingen en berekeningen.

Door het gekozen systeem van intensieve samenwerking binnen het project 'Kas van de Toekomst' is een sterke wisselwerking opgetreden tussen de deelnemende partners, zoals General Electric Plastics, DLV, TNO-Bouw, Greentex, Ridder, PPO en IMAG. Hierdoor zijn de projectonderdelen in een goede samenwerking afgerond. Bijvoorbeeld om de effecten van de lichtdoorlatendheid, energiebesparing en verwachte kosten van de nieuw ontwikkelde kas te kunnen meten zijn door PPO economische berekeningen gemaakt van de mogelijke teelten in de kas. Verder is ook de milieubelasting van de zigzag-kas vergeleken met een traditionele kas met behulp van de LCA-methode.

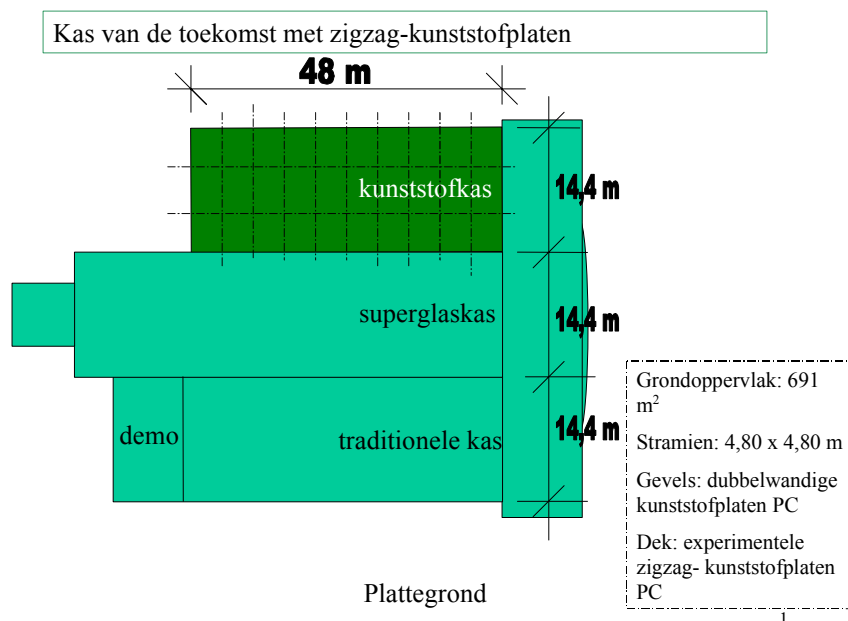
Tijdens de ontwikkeling van de bouwtekeningen en de realiteit zijn nuttige wijzigingen in het kasontwerp ontstaan, met name vanuit de praktijk van de kassenbouwer Greentex, onderzoeksinstituut TNO-Bouw en installateurs, zoals Ridder (luchttingsmechaniek).

Deze nota beschrijft de ontwikkeling van de kasconstructie, bepaling van de lichttransmissie, energiebesparing en ontvochtiging van het teeltsysteem, de economische haalbaarheid en milieuaspecten van de nieuw ontwikkelde kas. Om het nieuwe kassysteem bekend te maken aan de (nationale en internationale) praktijk is met name door IMAG veel gedaan aan kennisoverdracht en publiciteit.

2. Ontwikkeling van de Kasconstructie

2.1. Inleiding

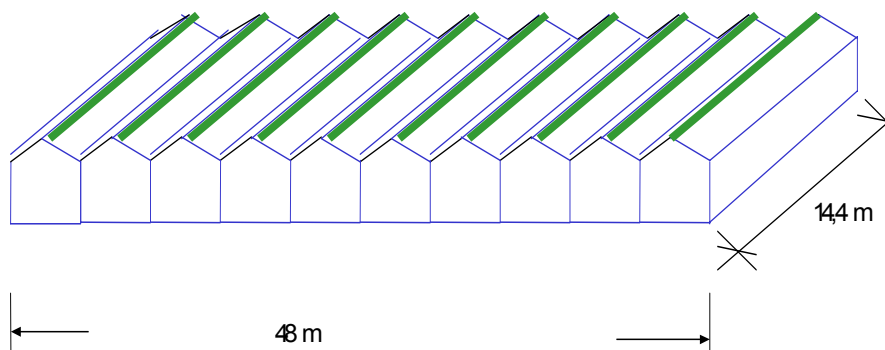
IMAG heeft het ontwerp van de kunststofkas met zigzagplaten ontwikkeld samen met General Electric Plastics uit Bergen op Zoom en Greentex. Het kasdek met de luchtraamopeningen is ontworpen op een standaard draag-constructie voor een Venlo-kas. Deze kan hetzelfde zijn als de zogenaamde traditionele Venlokas zoals ook gebouwd op het 'kas van de toekomst'-complex voor de Floriade 2002. Het ontwerp is gebaseerd op kapoverspanningen van 4,80 m, vakmaten van 4,80 m en plaatmaten van 1,20 m x 1,76 m. De uitwendige maten van de kas zijn 14,40 x 48 m (zie de figuren 2-1 t/m 2-3). Zowel de dakvlakken als de luchtramen zijn uitgevoerd met zigzagplaten. De dikte van de samengestelde platen is 25 mm. Er is gekozen voor een hefluchtraamconstructie met luchting in de nok.



Figuur 2-1: Plattegrond van het complex 'kas van de toekomst'.

Met DLV en met name met General Electric Plastics uit Bergen op Zoom is regelmatig overleg gevoerd over de detaillering van de PC(polycarbonaat)-platen en de aansluitdetails van de kas. Over het luchttingsmechaniek is overleg gevoerd op 14 december 2000 en op 26 juli 2001 met de fa. Ridder uit Harderwijk (samen met kassenbouwer Greentex uit Bleiswijk) en is het type bewegingsmechaniek vastgelegd voor het hefluchtraam. Ook is meerdere malen overleg gevoerd met TNO-Bouw uit Delft over de afstemming van de drie te bouwen kastypen, onder andere was hierover overleg op 11 januari 2001.

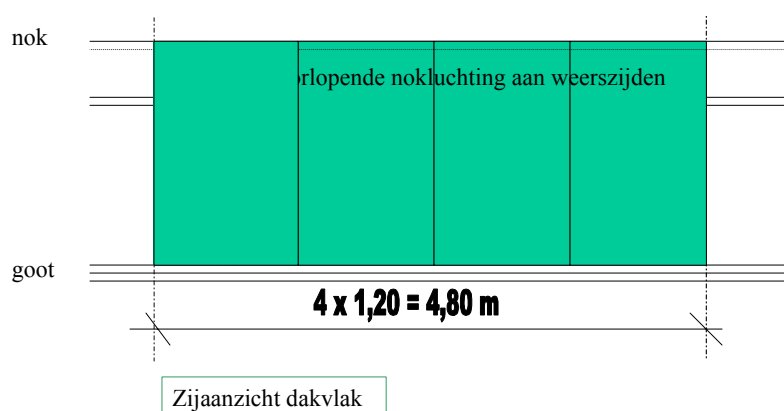
Door General Electric Plastics is op grond van aangereikte informatie een beslissing genomen begin 2001 dat zij de polycarbonaat-platen zullen gaan produceren in eerste instantie voor de Florida kunststofkas voor de Floriade-tentoonstelling. Deze kas heeft een grondvlak van 691 m² en krijgt twee buitengevels, die afgedicht zullen gaan worden met standaard dubbelwandige PC-platen en een dek bestaande uit zigzag-vormige dubbelwandige kunststofplaten. De andere twee gevels zijn tussengevels.



Figuur 2-2: Aanzicht van de Floridakas met zigzagplaten in het dek.

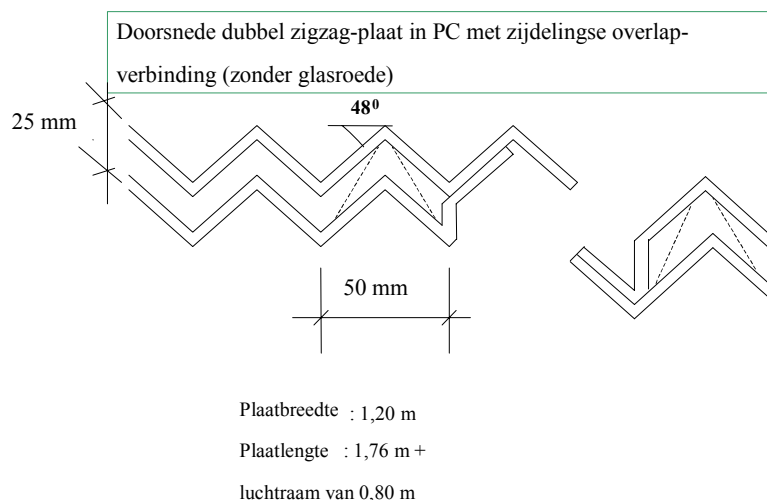


Intensief overleg heeft plaatsgevonden gedurende 2000 en 2001 tussen de bouwer van de Floridakas (Greentex B.V. uit Bleiswijk), de platenproducent General Electric Plastics B.V., DLV en IMAG over de detaillering van het kunststofdek en het produceren van de platen. Door IMAG zijn de principedetails opnieuw getekend, uitgaande van het gescheiden produceren van een onder- en bovenplaat, die naderhand aan elkaar worden bevestigd via verlijmen op contactpunten (zie de figuren 2-4 en 2-5). Het bleek nodig te zijn om een verstijvingsraam te maken voor het luchtraam, bestaande uit lichte stalen profielen (zie paragraaf 2.5). Op grond van al deze informatie heeft Greentex doorsnedetekeningen gemaakt (via AutoCad) van de dekconstructie. Deze zijn opnieuw besproken. Op grond van deze (gewijzigde) tekeningen kon General Electric de platen bestellen bij de vacuümvormer en de mallenbouwer. De levertijd van de platen was dusdanig, dat opdracht gegeven moest worden door General Electric in juli 2001 en druk uitgeoefend moest worden om de platen eind oktober / begin november klaar te hebben. Dit om in de pas te lopen met de bouw van het 'kas van de toekomst'- complex op de Floriade.



Figuur 2-3: Zijaanzicht van de kapconstructie

Op advies van Greentex zijn uit praktische overwegingen de dragende spantjes onder de nok en de luchtraamgordingen aangepast. Deze spantjes rusten nu op de tralieliggers in plaats van rechtstreeks op de kolommen (zie figuren 6 en 7). Hierover is overleg geweest met TNO-Bouw t.a.v. de sterkteconsequenties. Door Greentex zijn de tekeningen verder uitgewerkt (bijvoorbeeld de aansluitingen met de gevels en de andere kastypen) en is overleg geweest met Ridder B.V. uit Harderwijk over het luchtingsmechaniek. De gevels zullen uitgevoerd worden met standaard polycarbonaat vlakke platen (dubbelwandig, dik 16 mm).

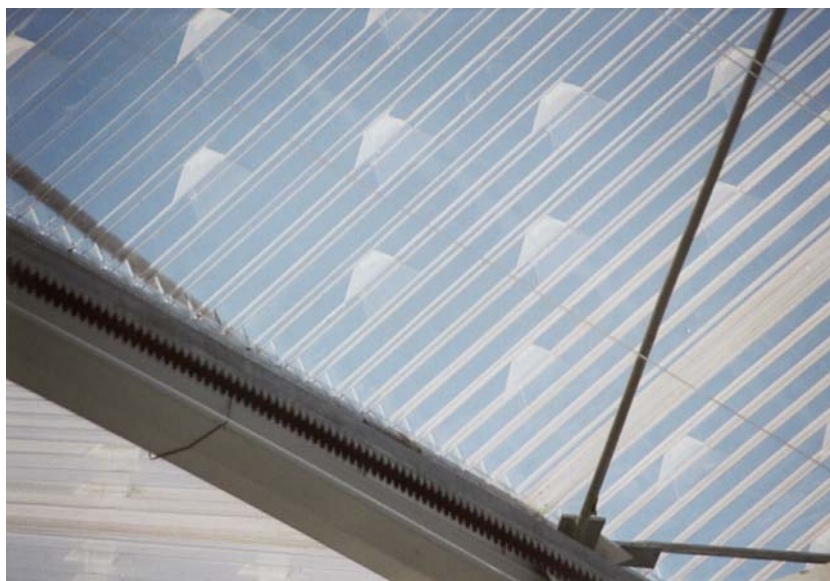


Figuur 2-4: Doorsnede van de dubbelwandige zigzag-plaat met zijdelingse overlap.



2.2. Constructietekeningen

Door IMAG zijn een aantal constructietekeningen gemaakt. In de figuren 2-1 t/m 2-11 zijn deze tekeningen weergegeven. Figuur 2-1 geeft de plattegrond aan van het complex 'kas van de toekomst' weer, terwijl figuur 2-2 een overzicht geeft van de Floridakas met zigzag-platen in het dek. Figuur 2-3 geeft een zijaanzicht van de kapconstructie. Figuur 2-4 geeft een doorsnede van de dubbelwandige zigzag-platen met zijdelingse overlap, terwijl in figuur 2-5 een foto van het materiaal is weergegeven. De figuren 2-6 en 2-7 geven doorsneden over de kapconstructie met het luchtingsprincipe en de spantvorm (het oorspronkelijke ontwerp). Figuur 2-8 toont de aangepaste constructie met de hulpspanthjes die rusten op de tralieligger. Figuren 2-9, 2-10 en 2-11 geven principedetails van de aansluiting van de platen aan dakgoot-, gording- en het nokprofiel.



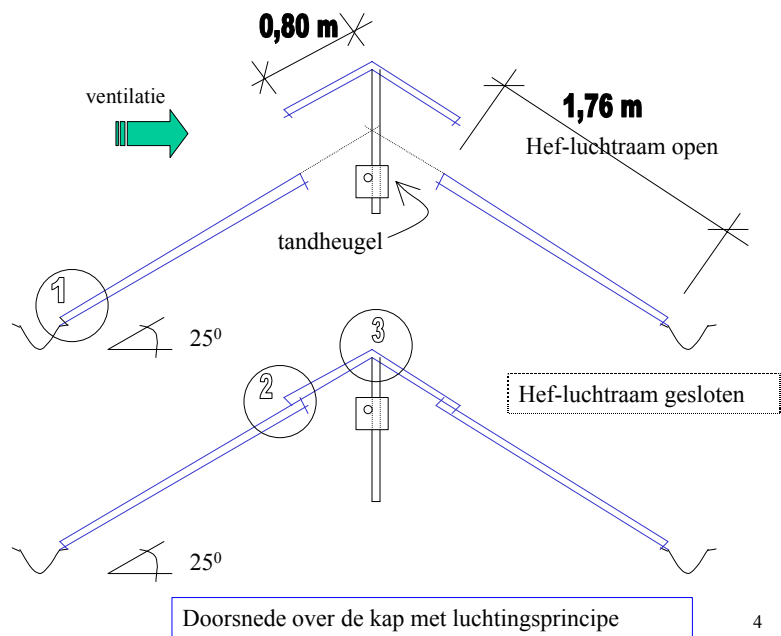
Figuur 2-5 Foto van het dubbelwandig zigzagmateriaal voor de Floridakas (onderaanzicht).

2.3. Aanpassing van de platenproductie

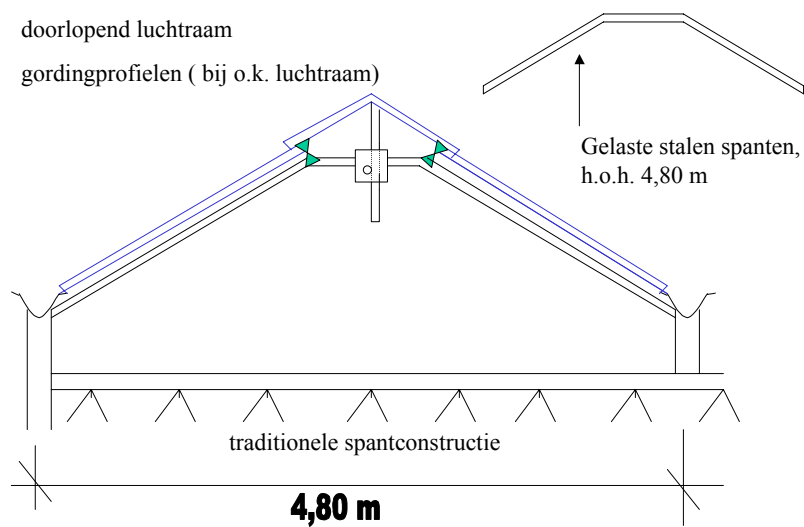
Het oorspronkelijk plan was de dubbelwandige zigzagplaten te produceren via extrusietechniek. Uit intensief overleg met General Electric Plastics is echter duidelijk geworden dat het maken van een extrusiematrijs voor platen met een maximale breedtemaat van 1,20 m zeer kostbaar zal worden, namelijk voor General Electric Plastics zou dit een miljoeneninvestering zijn. Deze investering wil men in dit stadium nog niet doen, uitsluitend voor de prototype kas op de Floriade. Daarom is besloten tot een alternatieve productiewijze. De platen worden nu niet in één extrusie-gang geproduceerd, maar er worden apart een bovenplaat en een onderplaat geproduceerd, die samengevoegd worden via verlijmd contactpunten (zie de figuren 2-4 en 2-5). De boven- en onderplaat worden, evenals de platen voor het luchtraam nu gemaakt via vacuümvervormen. Hierbij wordt een vlakke plaat verwarmd en vervolgens vacuüm gezogen in een mal. In principe zijn er twee mallen nodig: één voor het vaste deel van het dek met platen van 1,78 m lang en één voor de luchtraamplaten met een lengte van 0,85 m. Voor de onder- en bovenplaat kan in principe dezelfde mal gebruikt worden met dit verschil dat in de onderplaat extra driehoekvormige afstandhouders gevormd worden. De platen krijgen rondom vlakke gedeeltes, zodat nergens moeilijke aansluitingen gemaakt moeten worden in zigzagvorm (zie de figuren 2-9, 2-10 en 2-11) voor de aansluitingen van de platen aan zowel het



gootprofiel als de nok). De dikte van de bovenplaat wordt 2 mm en van de onderplaat 1 mm. Het resultaat van de proefproductie van het dubbelwandig zigzagmateriaal is te zien in Fig. 2-5.



Figuur 2-6: Doorsnede over de kapconstructie met het luchttingsprincipe

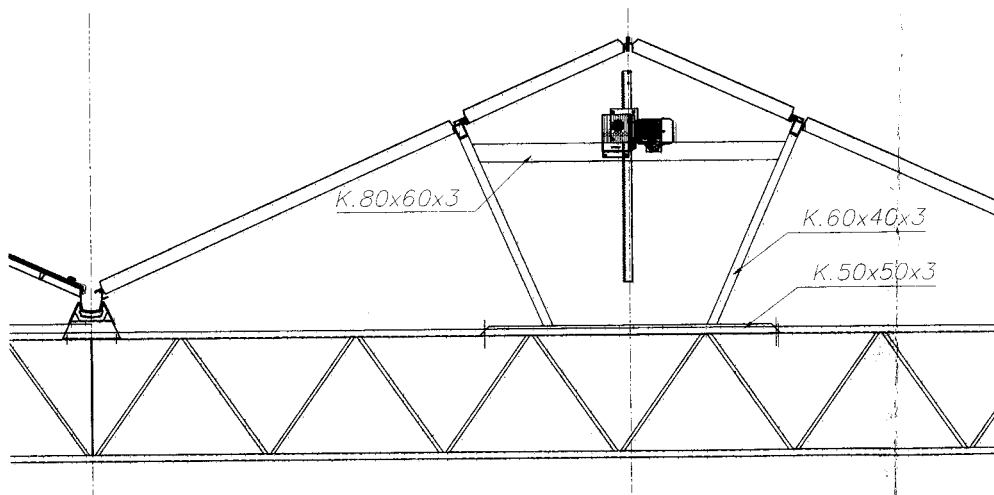


Figuur 2-7: Doorsnede van de spantconstructie(oorspronkelijk ontwerp).⁶

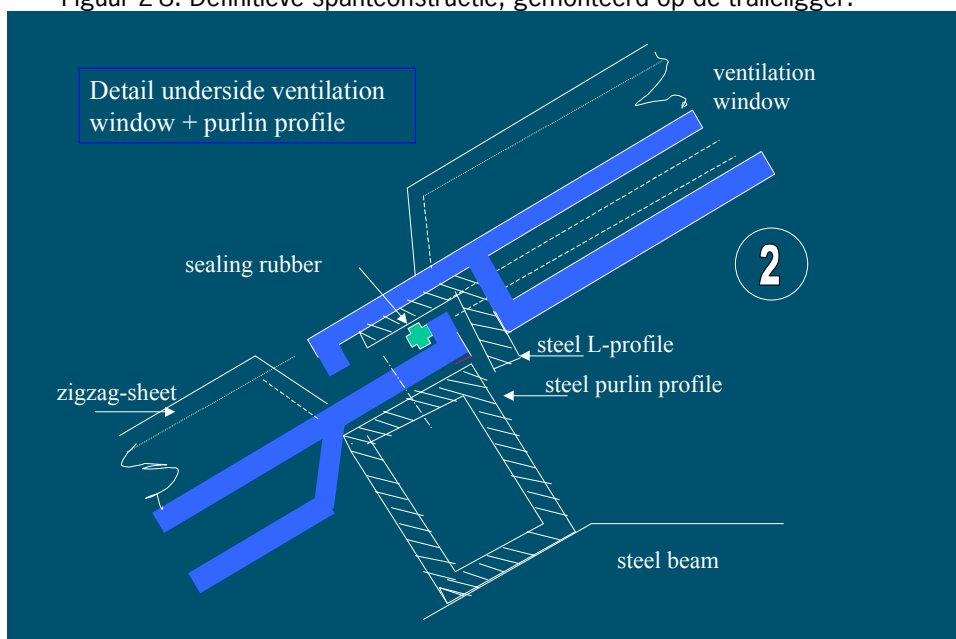


2.4. Aanpassingen van de constructie

Op advies van Greentex zijn de dragende stalen spantjes aangepast. Deze driehoeksvormige spantjes, die op onderlinge afstanden van 4,8 m worden aangebracht, werden in het oorspronkelijke ontwerp bevestigd aan de bovineinden van de kolommen (vlak onder de goot, zie figuur 2-7). Greentex vond het echter beter om kleinere spantjes te maken en deze te bevestigen aan de bovenregel van de tralieliggers (overspanning 9.60m), die zich ook op onderlinge afstanden van 4,8 m bevinden (zie figuur 2-8). De benodigde afmetingen van de samenstellende delen van deze stalen spantjes zijn berekend volgens de eisen van NEN 3859, 2e druk door TNO-Bouw en zijn ook aangegeven in figuur 2-8. De spantjes bestaan hoofdzakelijk uit kokerprofielen. De kunststof platen worden enerzijds gedragen door het stalen gootprofiel (zie figuur 2-11) en anderzijds door stalen kokerprofielen, die als horizontale gordingen rusten op de trapeziumvormige spantjes (zie figuur 2-8 en 2-9). De benodigde afmetingen van deze gordingprofielen zijn ook berekend door TNO-Bouw. Aan de hand van de berekeningen stelt TNO Bouw voor om voor de spanten een stalen profiel met de afmetingen hxbxt= 60x40x3 mm en 80x60x3 mm te kiezen en voor de gordingen een stalen profiel met de afmetingen hxbxt=60x40x3 mm. De trapeziumvormige spantjes worden tevens gebruikt voor de bevestiging van het luchttingsmechaniek voor het hefluchtraam (tandheugelmechanisme), zoals aangegeven in figuur 2-8. Het hefluchtraam rust in gesloten toestand op de gordingprofielen (indirect).



Figuur 2-8: Definitieve spantconstructie, gemonteerd op de tralieligger.

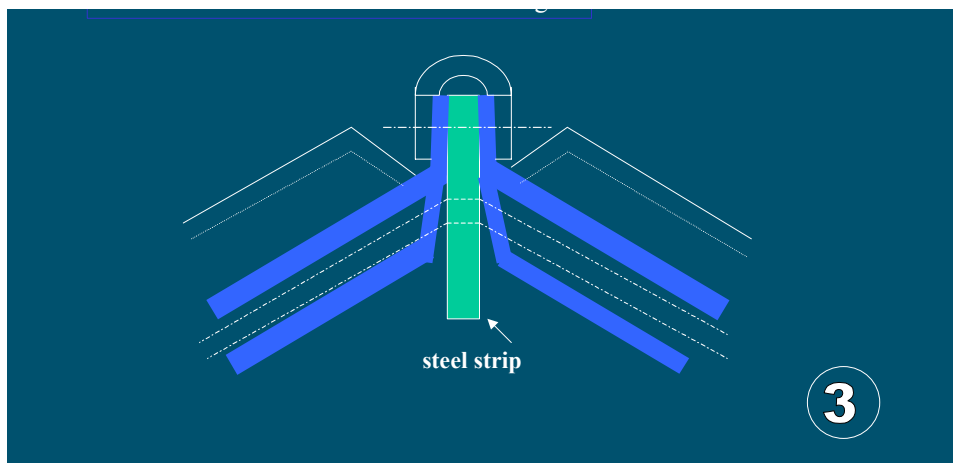


Figuur 2-9: Detail aansluiting van de kunststof platen op het gordingprofiel bij de onderkant luchtraam.



2.5. Versterking van het luchtraam

Omdat de Kas van de Toekomst in een kustgebied geplaatst is, is er voor gekozen de luchtramen niet geheel zelfdragend te maken. Het hefluchtraam wordt namelijk tijdens het luchten alleen gedragen door het centrale luchttingsmechaniek (de tandheugel, zoals aangegeven in de figuren 2-7 en 2-8). General Electric vreesde voor instabiliteit van het luchtraam in open positie. Ter verstijving van het luchtraam zijn stalen draadeinden of rondstaal $\varnothing 14$ mm, h.o.h. 1,20 m aangebracht in de golven van de zigzagvorm. Deze zijn tot een raamwerk gemaakt samen met een L-staal als onderrand en een

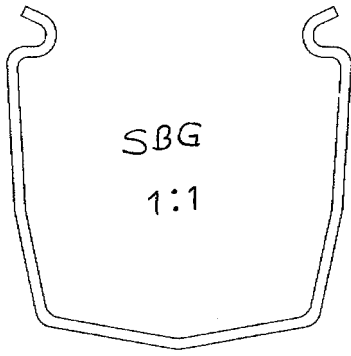


Figuur 2-10: Detail aansluiting kunststof platen bij de nok.

stalen strip in de nok (zie figuur 2-10). Dit zijn toevoegingen aan de constructie van de luchtramen, waarvan de consequenties voor de berekening van de lichtdoorlatendheid onderzocht zijn. Greentex heeft dit raamwerk gemaakt aan de hand van de maatvoering van een prototype van de plaat toen deze gereed was. Alle staalwerk is thermisch verzinkt.

In figuur 2-12 is een foto weergegeven tijdens de montage van de zigzag kunststofplaten.

De montage wordt arbeidsvriendelijker ervaren dan de montage van glasplaten door het lagere gewicht en de afwezigheid van de kans op breuk. In figuur 2-13 is een foto weergegeven van de binnenzijde van de kas.



Figuur 2-12 Montage van het zigzag kunststofplaten



Figuur 2-13 Foto van de binnenzijde van de kas

3. Bepaling van de lichttransmissie

3.1 Inleiding

General Electric Plastics heeft met behulp van de techniek van vacuümvormen polycarbonaat zigzag-platen vervaardigd met een hellingshoek van 60°. In de eerste fase is de lichttransmissie van deze platen gemeten. Omdat na verdere verfijning van de berekeningen bleek dat nagenoeg dezelfde lichttransmissie haalbaar is met een hoek van 50° zijn daarna door GE Plastics met behulp van een vacuümvormtechniek nieuwe zigzag-platen van polycarbonaat vervaardigd met een hoek van 50°. Tevens is besloten de dikte van de onderplaat bij extrusie te verminderd naar 0,8 mm. Lichtmetingen van deze platen zijn op de integrerende kogel in fase twee uitgevoerd en samengevat in Tabel 3-1.

3.2 Meting van de lichttransmissie van de zigzagplaat

Uitvoering van de metingen

De lichtmetingen zijn uitgevoerd op een Integrerende Ulbricht-kogel zoals die bij het IMAG operationeel is. Op deze kogel zijn van monsters van 50x50 cm gemeten de reflectie diffuus (Rd2), de transmissie diffuus (Td1) en de transmissie loodrecht (Tkl1) voor het gebied van 400-700nm (zichtbare licht, ook wel PAR (Photosynthetic Active Radiation) genoemd). Binnen dit golflengtegebied is om de 25nm een meting uitgevoerd. Deze metingen wordt daarna nog negen keer herhaald zodat de uiteindelijke resultaten gebaseerd zijn op een serie van 10 metingen. Bij de meting voor de diffuse transmissie worden lampen rondom de kogel aangeschakeld, waardoor er op een kunstmatige hemel die boven de kogel is gesitueerd een diffuse lichtstroom wordt gegenereerd. Op het monster valt dan alleen maar diffuus licht. Tenslotte kan door lampen die hoog in de hemel zijn aangebracht aan te schakelen een loodrechte lichtstroom worden veroorzaakt op het monster. Voor de Nederlandse tuinbouw-omstandigheden is de diffuse straling het belangrijkste. Vooral in winterse omstandigheden, wanneer licht voor





een tuinder belangrijk is, is er circa 75 % van de tijd diffuus licht. Daarom is alleen de reflectie en de transmissie onder diffuse lichtomstandigheden gemeten. Alle meetresultaten in het gebied van 400-700 nm zijn gewogen naar de Nederlandse norm NEN 2675 (1990) voor het bepalen van de lichttransmissie.

Meetresultaten

De lichttransmissie als functie van de golflengte van het licht is gemeten voor loodrecht opvallend en diffuus opvallend licht. Het gemeten lichtspectrum gewogen naar NEN-2675 levert de waarden weergegeven onder nummer 2 in Tabel 3-1. Opvallend is de aanzienlijk lagere lichttransmissie ten opzichte van het eerdere materiaal onder nummer 1 zoals gemeten in de onderzoeksperiode. De oorzaak hiervan is drieledig: a. Voor de buitenzijde van het materiaal is een dikkere plaat genomen i.v.m. mechanische eigenschappen, b. In het materiaal is nog een blauw pigment aanwezig, c. De verbinding tussen onder en bovenplaat in de vorm van een omgekeerde piramide en de lijmverbinding kosten licht.

Tabel 3-1 Overzicht van de lichtmetingen aan de platen

Type	No.	Filenaam	Transmissie Direct [%]	Transmissie Diffuus [%]	Blauw pigment	Plaatdiktes [mm]	Toelichting
	1.	ge2kf/ ge2kl	88,2	78,7	nee	1-1	Dubbelzigzag zonder coating onderzoeksfase (zie rapport 1 ^e fase)
	2.	ge02f	81,2	70,6	ja	2-1	Dubbelzigzag kas van de toekomst (Floriade) met easy clean coating buitenzijde
	3.	ge02g	86,4	73,8	nee	0,8-0,8	Geëxtrudeerde dubbelzigzagplaat zonder coating
	4.	ge02h	81,7	68,6	nee	0,8-0,8	geëxtrudeerde dubbel-zigzagplaat zonder coating met klikverbinding
	5.	ge02h	88,7	76,0	nee	0,8-0,8	Geëxtrudeerde dubbel-zigzagplaat met 4 zijdige coating

De belangrijkste reden is echter de aanwezigheid van het blauw pigment dat in de standaard polycarbonaat platen aanwezig is. Bij een standaard dikte resulteert dit al in een lichtverlies van 4,4 % (Sonneveld, et al. 2001 p.34) en bij een plaatdikte van 2 mm kan een lichtverlies van 6,6 % verwacht worden. Dit pigment is niet noodzakelijk voor de plantengroei onder deze platen en kan dus achterwege gelaten worden in het polycarbonaat.

Aan de hand van de in Tabel 3-1 weergegeven meetresultaten kan de transmissie τ_3 van de klikverbinding bepaald worden met:

$$\tau_3 = \frac{A_1}{A_3}(\tau_2 - \tau_1) + \tau_1^*$$

Hierbij is A_1 het oppervlak van de meetbol (907,5 cm²), A_3 het oppervlak van de klikverbinding (breedte 8 cm en lengte 37 cm geeft een totaal oppervlak van 272 cm²), τ_1 is de transmissie zonder klikverbinding, τ_1^* is de transmissie zonder klikverbinding met de coatings en τ_2 is de transmissie met de klikverbinding. Dit geeft voor de transmissie τ_3 van de klikverbinding een waarde van: 73 %. Wanneer we dit uitmiddelen over een plaatbreedte van 1250 mm is de gemiddelde transmissie met een klikverbinding: 87,7 %. De klikverbinding kost dus 1 % licht.



3.3 Berekening van de lichttransmissie in de kas

3.3.1 Kasomschrijving

De lichtdoorlatendheid van de floridakas is berekend. Deze kas is ontwikkeld door IMAG in samenwerking met General Electric Plastics uit Bergen op Zoom en Greentex te Bleiswijk als één van de drie kassen in het complex Kas van de Toekomst (zie figuur 2-1). De onderconstructie is in principe een traditionele constructie met kappen van 4,80 m, die gedragen worden door tralieliggers met een overspanning van 9,60 m. De onderlinge afstand van de spanten is eveneens 4,80 m. De kolommen en tralieliggers van de onderbouw bestaan uit stalen profielen. De gootprofielen zijn ook van staal.

Het dek wordt gedekt met dubbelwandige zigzagplaten van het materiaal polycarbonaat (PC) en de gevels met dubbelwandige (traditionele) kanaalplaten van eveneens PC. Er is gekozen voor doorlopende nokluchting, die functioneert door het verticaal bewegen van hefluchtramen (zie figuur 2-6). De platen voor het dek en de luchtramen worden gedragen door lichte stalen spanten met 2 gordingprofielen (zie figuur 2-8). De spanten met een overspanning van 4,80 m worden geplaatst op onderlinge afstanden van eveneens 4.80 m.

Door G.J. Swinkels is een modelstudie gemaakt van de kappen met zigzagplaten zonder constructiedelen met een aantal uitgangspunten (zie onder 2. kasomschrijving). Het computerprogramma 'Transkas licht' wat ontwikkeld is door J.A. Stoffers, berekent de lichtdoorlatendheid van de kas als totaal, inclusief de constructie. Het houdt ook rekening met de reflectie van het licht door de zijkanten van de profielen. In dit programma wordt de kas verdeeld in vijf zones, namelijk de nokzone, de roedenzone, de gootzone, de spantzone en de kolomzone. In elke zone wordt het percentage invallend licht bepaald ten opzichte van de vorige zone.

De noodzakelijke afmetingen van de constructiedelen zijn berekend met als uitgangspunt de norm NEN 3859 voor kasconstructies. De definitieve afmetingen van de profielen komen voort uit sterkteberekeningen, die gemaakt zijn door TNO-Bouw in Rijswijk (ZH) en IMAG. Op grond van deze definitieve profielen is de lichtonderscheppingsberekening opnieuw uitgevoerd.

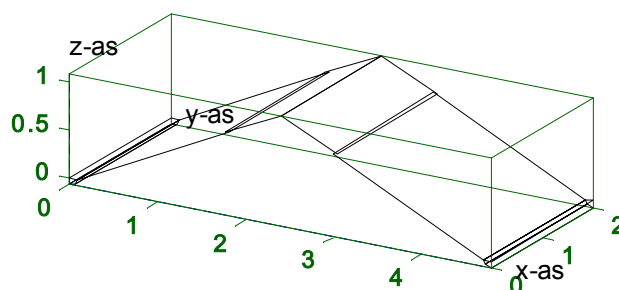


Fig 3-1 Floridakas zoals deze gemodelleerd is in het rekenprogramma

Uitgaande van het definitieve ontwerp van de kas van de toekomst voor de Floriade 2002 met een corridor over meerdere verdiepingen is de kunststofkas gebouwd aan de zijde van het talud als derde kas, gerekend vanaf de entree. De buitenafmetingen van de kas zijn 14,40 x 48 m (zie figuur 2-1). De goothoogte is ca. 4 m vanaf de bovenkant fundering. De vakmaat is $4,8 \times 9,6 = 46,08 \text{ m}^2$. De dakhelling is 25° . De kunststofplaatbreedte is 1,20 m. De plaatlengte is 1,76 m en de lengte van de platen in het luchtraam is 0,80 m. De zigzagstramien is 50 mm en de plaatdikte 25 mm (zie de figuren 2-4 en 2-5). Het omhoog en omlaag bewegen van de luchtramen gebeurt via een tandheugelmechanisme, waarbij de ronddraaiende as bevestigd is aan de stalen spanten.

3.3.2 Uitgangspunten berekening

Voor de berekening is uitgegaan van het model in Fig. 3-1 en de kengetallen die zijn samengevat in Tabel 3-2.



Tabel 3-2 Overzicht van de kengetallen van de Florida kasbedekking

Parameter	Meetwaarde
Materiaaldikte PC	1,5 mm
Brekingsindex PC	1,584
Pow.abs.coef.	1,1
Helling van de zigzagvorm	48°
spouwdikte	10 mm

De zijdelingse verbinding van de platen onderling is gebeurd met een overlapverbinding, dus zonder roeden (zie figuur 2-4)

Voor verzinkt stalen profielen wordt gerekend met een reflectie van 30%, terwijl dit bij aluminium 50% is. Bij afdichtstrippen van rubber o.i.d. wordt gerekend met een reflectie van 0%.

Als gootafmetingen zijn in de berekening aangehouden: 100 mm hoogte en 100 mm breedte (zie figuur 2-11).

De berekende transmissie van de kunststof zigzagplaten voor diffuus licht = 76,1% in dubbelwandige uitvoering.

De verstijving van het luchtraam met staven \varnothing 14 mm, die noodzakelijk bleek te zijn voor de stabiliteit van het luchtraam onderschept uiteraard licht. Dit wordt echter gecompenseerd doordat de ondersteuningsconstructie van nok en gordingprofiel eenvoudiger en kleiner is uitgevoerd (slechts een klein hulpspantje nodig bovenop de tralieligger h.o.h. 4,8 m).

De resultaten zijn gecorrigeerd voor een absorptie van 0,5% door de tussenschotten van de kunststofplaten. Uitgerekend zijn de lichtonderschepping door de zijdelingse overlapverbinding van de kunststofplaten, inclusie de stalen spanten, de gordingen, de verstijving van de luchtramen, de aansluitrubbers e.d. van het luchtraam, de bevestiging van het luchtraam aan het bewegingsmechaniek en het bewegingsmechaniek zelf.

3.3.3 Berekeningswijze

Aan de hand van de beschikbare schetsen van de kunststof kasconstructie zijn zo nauwkeurig mogelijk de omtrekafmetingen en de horizontale delen van de profielen bepaald. Gemeten is hierbij de omschreven veelhoek van een profiel. De aldus gevonden omtrek (Om.) wordt vermenigvuldigd met de lengte van het profiel (L) en het aantal malen (n) dat het profiel voorkomt in het referentievlak (A). Vervolgens wordt deze waarde gedeeld door het referentievlak (A). Dit getal geeft het relatieve oppervlak, wat een verhoudingsgetal is. In formule:

$$Opp. = \left(\frac{Om. * L * n}{A * 10^3} \right)$$

Om. in mm; L in m; A in m²

Het tweede getal dat nodig is om de reflectie door de zijanten van de profielen te kunnen berekenen is het horizontale deel van het profiel (H). Dit is de verhouding van de breedte van het profiel (B) en de halve omtrek (Om.). In formule:

$$H = \frac{2B}{Om.}$$



3.3.4 Resultaten

Alle variabelen en tussenwaarden van de lichtberekening zijn vermeld in Appendix A. In tabel 3-3 zijn de gemeten waarden van het oppervlak van de verschillende kasonderdelen samengevat. Zoals in deze tabel aangegeven leveren de twee gordingprofielen het grootste aandeel van 8 % in lichtonderscheppende constructiedelen. De dakgoot resulteert in ca. 7 % onderscheppend oppervlak. Het aluminium nokprofiel en zijdelingse afdichtingsprofielen geven beide nog ruim 2 % onderschepping. Het eindresultaat van de berekeningen gaf een lichttransmissie van 67 % op de teelhoogte te zien.

Tabel 3-3: Gemeten kengetallen van de verschillende kasonderdelen in 4 zones onderverdeeld.

Zone	Benaming onderdeel	Rel. oppervlak (Opp.)	Horiz. Deel (H)
1. Nokzone:	Nokprofiel alum.	0.02750	0.0909
2. Roedenzone:	Gordingprofiel staal	0.08333	0.4000
	Afdichtingsstrip rubber	0.01250	0.6667
	Verstijvingsprofiel luchtramen staal	0,01222	0,6366
	Horiz. deel v.h. spant	0.01762	0.4286
	Schuine delen v.h. spant	0.01736	0.4000
	Zijdelingse dichting platen	0.02667	0.6666
	Aandrijfstang van luchtmechaniek	0.01964	0.6366
3. Gootzone	Dakgoot	0.0733	0.3125
4. Kolomzone	Kolommen	0.0088	0.0196

3.4 Samenvatting en conclusies

In een proefproductie heeft General Electric Plastics heeft ca. 900 m² platen geproduceerd. Deze proefplaten zijn gebruikt voor het kunststofkasdek op de Floriade. IMAG heeft doorlatendheid voor diffuus licht als mede voor direct (gericht) licht via metingen uitgevoerd. Uit deze metingen blijkt dat de lichttransmissie van het materiaal van de proefproductie voor de Floriade ca. 8 % achterblijft bij de resultaten die bereikt zijn in voorgaande onderzoeksperiode.

Bij de recent ontwikkelde extrusie zigzagplaten zoals gebruikt voor de uiteindelijke productie gaven de metingen voor direct licht dezelfde lichttransmissie als de platen uit de research fase namelijk 88 %. Voor diffuus licht blijft dit nog 2 % achter namelijk 76 %.

Reële lichttransmissie metingen in de Floriade kas zijn niet mogelijk door aanwezigheid van (verplaatsbare) armaturen, scherminstallatie, insectengaas in de luchtraamopeningen, extra zware constructie waaronder kruisverbindingen i.v.m. extra windbelasting buitenzijde en schaduwwerking van de hogere superglaskas.

Met het rekenprogramma voor de bepaling van de lichttransmissie is een lichttransmissie van 67 % berekend. Het is de verwachting dat bij integratie van het definitieve materiaal en zonder extra lichtonderscheppende constructiedelen deze waarde gerealiseerd kan worden.



4. Integratie in een Teeltsysteem

4.1 Inleiding

De effecten van het nieuwe zigzagkasdek van polycarbonaat op het kasklimaat, zoals de foto in Fig. 4-1 toont zijn nader onderzocht en vergeleken met een standaard Venlo type kas met enkelglas. De oriëntatie van de kas op de lichttransmissie is berekend als functie van de tijd (zie figuur 4-2). In deze studie is gekozen de perspectieven te berekenen voor de teelten van: paprika, tomaat, potplant en chrysant omdat daarmee een groot deel van het glasareaal wordt geteeld. Bovendien worden op deze wijze energie-intensieve teelten vergeleken met minder energie intensieve teelten en worden op die manier de besparingsmogelijkheden in deze teelten duidelijk.



Fig. 4-1 Teeltsysteem met zigzag-kasbedekking

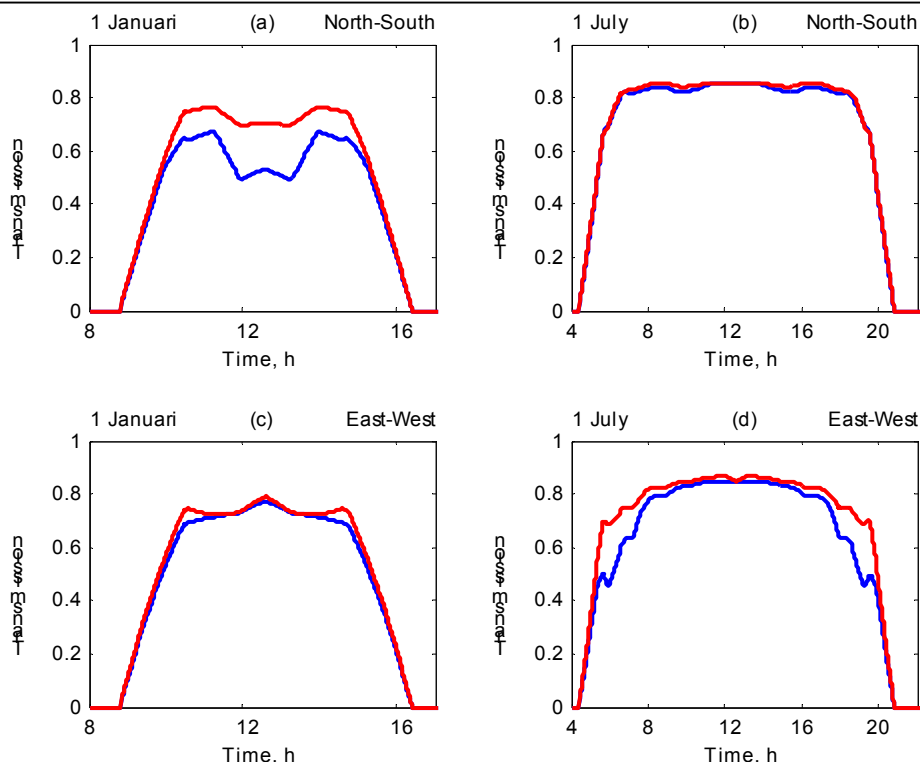


Fig. 4-2 De tijdsafhankelijke lichttransmissie van de dubbelzigzagkas en standaard Venlokas voor twee oriëntaties van de kas op 1 januari en 1 juli (-- Zigzagkas -- Standaard Venlokas).

4.2 Lichttransmissie

Voor deze tijdsafhankelijke simulatieberekening van de lichttransmissie van de zigzagkas kas is het dubbelzigzag materiaal gebruikt met een fluorpolymeer-coating op de vier oppervlakken. Tevens is hier uitgegaan van een standaard Venlo kas (geen nokbeluchting). De tijdsafhankelijke lichttransmissie op 1 januari en op 1 juli van de zigzagkas is in Fig. 4-2 weergegeven voor twee oriëntaties op 1 januari en 1 juli. In nagenoeg alle omstandigheden blijkt de lichttransmissie groter te zijn bij de zigzagkas. Bij plaatsing van de goot in de noord-zuid richting is de lichttransmissie ca. 7 % hoger in het koude seizoen (1 januari) dan een standaard Venlo kas. Deze lichtwinst ontstaat vooral in het midden van de dag. In de oost-west richting is de lichttransmissie in het warme seizoen ca. 4,5 % hoger bij het zigzagkasdek. Fig. 4-3 geeft de dagelijkse globale stralingswinst t.o.v. een standaard Venlo kasdek. Bij 0 graden is de kas noord-zuid geplaatst.

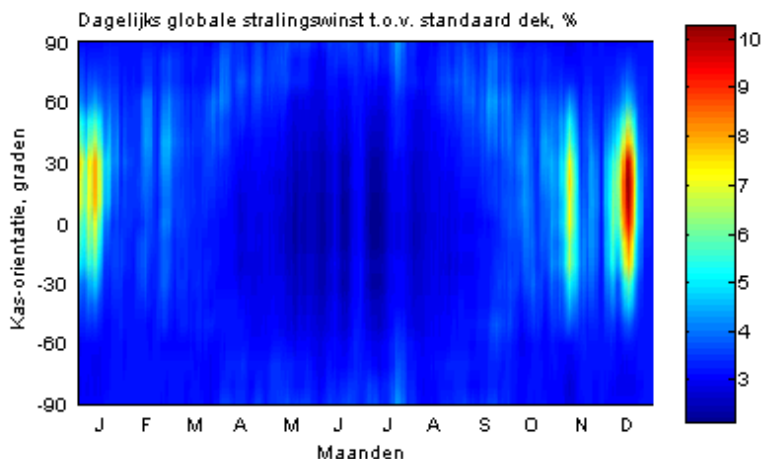


Fig. 4-3 De dagelijkse globale stralingswinst t.o.v. een standaard Venlo kasdek. Bij 0 graden is de kas noord-zuid geplaatst.

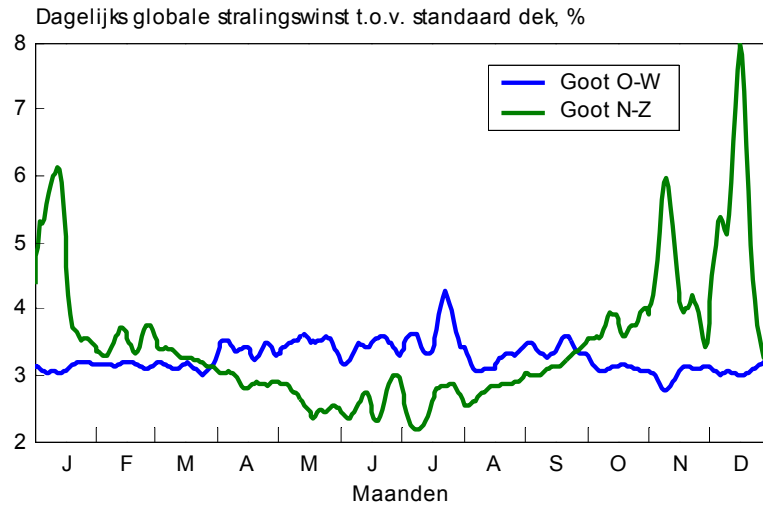


Fig. 4-4 De dagelijkse globale stralingswinst t.o.v. een standaard Venlo kasdek.

De dagelijkse totale stralingswinst ten opzichte van de standaard Venlokas is weergegeven als functie van de tijd en bij verschillende oriëntaties in de figuren 4-3 en 4-4. In figuur 4-4 is de winst in grafiekvorm uitgezet voor twee oriëntaties. Uit deze twee figuren blijkt de stralingswinst voor een dubbelzigzagkas altijd 2 % te zijn boven de standaard Venlokas en bovendien een stralingswinst in het koude seizoen voor de noord-zuid richting.

4.3 De invloed van UV-straling

4.3.1 Inleiding

Vanuit een tuinderorganisatie ontstond de vraag wat het effect is van een verminderde UV-transmissie van polycarbonaat kasdek materiaal. De UV-transmissie van een aantal glassoorten en polycarbonaat is gemeten en in Figuur 4-5 weergegeven. In dit figuur is een verminderde UV-transmissie ten opzicht van glas te zien in het gebied van 330-380 nm. De invloed hiervan op plantengroei en het gedrag van bijen is nader bekeken.

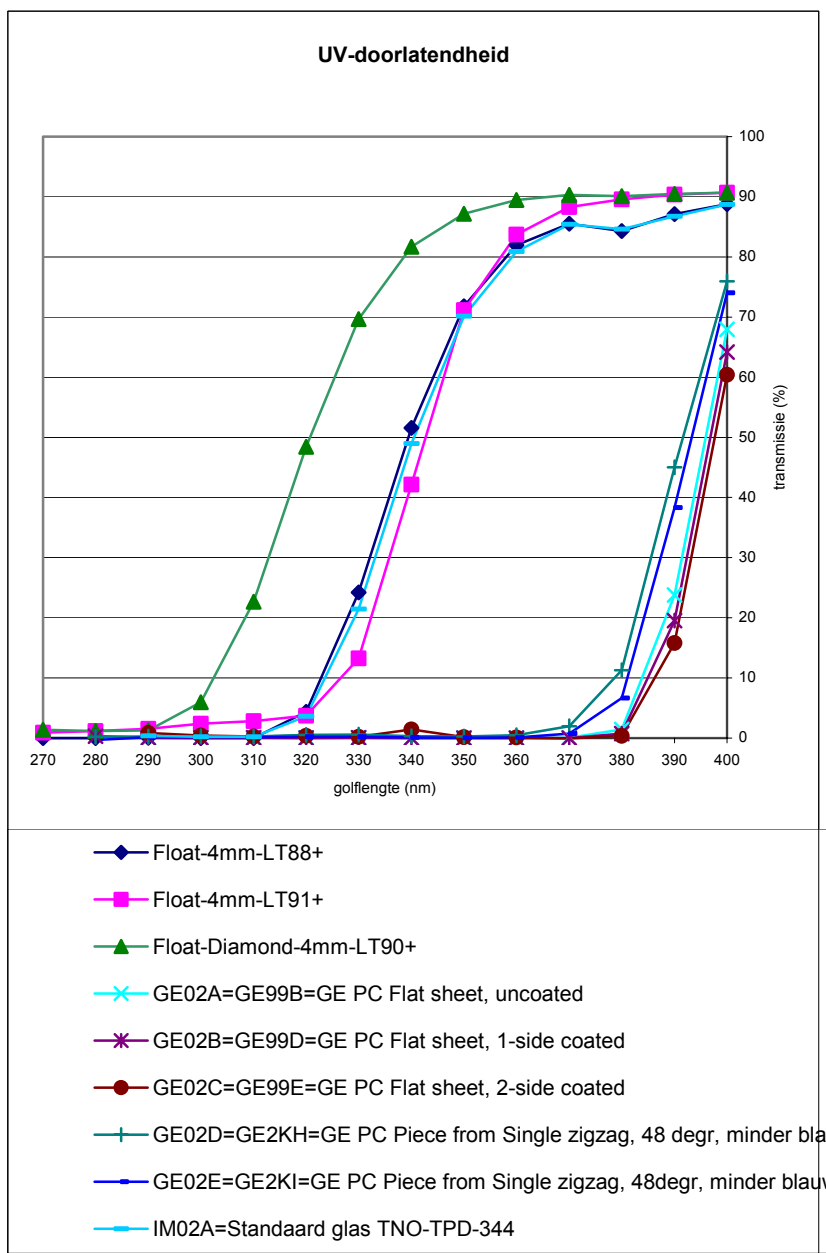


Fig. 4-5 De UV-transmissie van diverse soorten glas en polycarbonaatplaten.

4.3.1 Gedrag van planten (door Silke Hemming)

UV straling: Optische straling met golflengten van 190-380 nm wordt ultraviolette straling (UV) genoemd. Daarboven grenst het voor het menselijke oog zichtbare gebied van de optische straling, het licht (380-780 nm). Niet de hele UV straling die uitgaat van de zon bereikt het aardoppervlak. Voor de tuinders is het goed om te weten, dat de schadelijke en vaak voor ontsmetting gebruikte UV-C straling al door de ozonlaag in de atmosfeer geabsorbeerd wordt, anders zou er geen leven op aarde mogelijk zijn. Ook een gedeelte van de UV-B straling, verantwoordelijk voor het bruin worden van onze huid en het ontstaan van huidkanker, komt niet aan op de aarde. Om een kasdek materiaal te beoordelen is het noodzakelijk om te weten, hoeveel UV-B straling van 300-315 nm en hoeveel UV-A straling van 315-380 nm het materiaal doorlaat. Tuinbouwglas laat gemiddeld 0-2 % UV-B straling door en ca. 70% UV-A straling. Speciaal tuinbouwglas heeft een UV-B doorlatendheid van ca. 15% en een UV-A doorlatendheid van meer dan 80%. PC platen zijn niet doorlatend



voor UV-B straling en laten slechts 0-2% UV-A straling door. Ook wordt een gedeelte van de violet en blauwe straling door PC geabsorbeerd.

De effecten van UV straling op planten: Tot nu toe is er maar weinig praktijkgericht onderzoek naar de effecten van UV straling op planten verricht. In het verleden gebeurde vooral onderzoek naar fundamentele plantenfysiologische reacties in klimaatruimtes met kunstlicht. Helaas zijn deze resultaten niet altijd te vertalen naar de praktijksituatie, omdat er een groot verschil is tussen het biologische effect van UV lampen en de natuurlijke UV straling op planten. Over het specifieke effect van UV-A is weinig bekend. Van UV-B is bekend dat de fotosynthese minder effectief is. Ook zorgt UV-B voor een reductie van proteïne, lipide, was en koolhydraat. Celdeling en celstrekking zijn gereduceerd, bij hoge instraling kan schade aan DNA het gevolg zijn. Morfologisch zijn deze effecten te zien aan een reductie de stengelstrekking, een betere vertakking, een kleiner bladoppervlak, bloeivertraging en een verminderde opbrengst. Bij intensieve UV-B straling worden de bladeren geel, zilver of brons, planten kunnen zelfs afsterven. Maar niet altijd treden deze effecten in de tuinbouwpraktijk op. Welke effecten in de praktijk verwacht kunnen worden zou in het vervolg worden beschreven.

Potplanten - compactheid: UV-B doorlatende dekmaterialen hebben een remmend effect op de stengelstrekking van sommige potplanten. Niet UV doorlatende dekmaterialen zorgen bij deze planten voor een sterke stengelstrekking en een ongewenste lengtegroei (bv. chrysanthen). Het gebruik van chemische remstoffen kan bij sommige planten door een UV-B doorlatend dekmateriaal worden gereduceerd, zeker in combinatie met nieuwe klimaatregelstrategieën. Het is echter niet mogelijk het gebruik van remstoffen geheel te vervangen door UV-B doorlatende materialen als er planten met een sterke stengelstrekking worden geteeld. Er zijn duidelijk verschillen tussen de soorten aanwezig. Ook bestaat er een interactie met de buitenstraling. Een reductie van de stengelstrekking tengevolge van UV-B straling is bijzonder hoog als de zoninstraling laag is, dus in de wintermaanden. Of andersom een niet UV-B doorlatend dekmateriaal zou dus op deze plantengroep vooral in de wintermaanden een negatief effect hebben. Op de andere kant moet in maanden met een geringe zoninstraling rekening worden gehouden met een geringe vertraging van het bloeien van sommige sierplanten.

Groenten –vruchtgrootte en opbrengst: Bij sommige groentegewassen zou een niet UV doorlatend dekmateriaal tot een hogere opbrengst en grotere vruchten kunnen leiden. Omdat UV-B straling zorgt voor een reductie van het bladoppervlak, hebben niet UV doorlatende dekmaterialen te voorkeur voor bladgroenten. Dit is echter nauwelijks onderzocht.

Sierplanten - bloemenkleur: Het is mogelijk de bloemenkleur van sommige planten te intensiveren door het variëren van de stralingskwaliteit. Verschillende golflengtes van de straling hebben bij verschillende gewassen een invloed op de kleur van de anthocyanen, een rode kleurstof in bloemen en bladeren. Afhankelijk van het gewas kan dit in werking gezet worden door UV, blauwe en/of rode straling. Bijvoorbeeld is de kleurintensiteit van lichtroze bloemen van Pelargonium-Zonale-Hybriden door UV-B straling verbeterd. Kalanchoe 'Colorado' laat een toenemende rode kleur van de inflorescentiestengel zien. De rozensoort 'Nostalgie' vormt slechts in aanwezigheid van UV-B de karakteristieke rode bloemrand aan de witte bloemen. Als ze onder traditioneel tuinbouwglas of de niet UV-B doorlatende folies worden geteeld, vormen ze alleen witte bloemen (en vormen ze ook niet de karakteristieke rozengeurstof). Vergelijkbare resultaten kunnen ook worden gevonden bij de bloemen van Campanula isophylla. Maar niet alle planten reageren op een veranderde stralingskwaliteit. Veel planten vormen dezelfde bloemenkleur ook onder een niet UV doorlatend kasdekmateriaal. UV-B doorlatende dekmaterialen veroorzaken zelfs schade aan donkerrode rode rozen. Het zogenoemde petal-blackening, het zwart worden van rozenbloemen, is een kwaliteitsmindering en kan als resultaat hebben dat de rozen niet verkocht kunnen worden. Schade kan worden voorkomen door het gebruik van niet UV doorlatende dekmaterialen zoals PC platen.

Kweekplanten, boomkwekerijgewassen - gehardheid: UV-B doorlatende kasomhellingen kunnen een bijdrage leveren aan het harden van planten. Een beschadiging tengevolge van zoninstraling bij een volgende teelt in de volle grond kan worden verhinderd door het opkweken van de jonge planten onder een UV-B doorlatend dekmateriaal. In dit geval wordt een verhoogde vorming van anthocyanen (rode kleurstoffen) in bladeren en andere plantenorganen, tengevolge van stress door de hoge UV-B straling uitgaande van de zon, voorkomen. Dit hardingeffect is voordelig bij de productie van voorjaarsbloemen, heesters en bij de boomkwekerij.



Plantenziekten: De sporulatie van sommige phytopathogene schimmels wordt gestimuleerd door UV-B straling. Als de verhouding van blauwe straling tot UV-B straling laag is, kan een sterkere schimmelvorming (bv. Botrytis) worden verwacht. Om die reden wordt in zogenoemde anti-botrytis-folies in de regel de hele UV straling <380 nm geblokkeerd. Hetzelfde effect heeft een PC plaat.

Omdat insecten beter kunnen oriënteren door UV straling, is onder UV doorlatende dekmaterialen meer beschadiging door bv. thrips en witte vlieg te verwachten. Evenzo kan een toenemende secundaire beschadiging door een stijgende virustransfer worden geconstateerd. Niet UV doorlatende dekmaterialen, zoals PC platen, zijn dus voordelig en kunnen voor een reductie van beschadiging door insecten zorgen.

4.3.2 Gedrag van bijen

Met dhr. Christ Smeekens van Expertisecentrum LNV en PPO Bijenhouderij is op 15 april 2002 over de invloed van het niet hebben van UV-licht in de kas op de oriëntatie van bijen en hommels, die voor de bestuiving gebruikt worden, gesproken. Er is volgens dhr. Smeekens nooit een specifiek onderzoek uitgevoerd in Nederland naar de invloed van UV-licht op de oriëntatie van bijen of hommels. Beide oriënteren zich wel op het UV-licht van de zon, maar ook gebruiken ze andere dingen om zich te oriënteren, zoals objecten in de kas met een bepaalde kleur en ook gebruiken ze een deel van het zichtbare licht, met name kunnen ze geel, wit en blauw zien. Het is van belang de bijenkast niet te verstoppen tussen het gewas; deze moet opvallen. Het is een feit dat glas nog een deel van het UV doorlaat namelijk van 320-400 nm. PC daarentegen laat pas vanaf 380 nm UV door maar dit hoeft geen bezwaar te zijn voor de oriëntatie van de bijen. Als bijen of hommels niet actief zijn in de kas kan het vaak ook aan andere factoren liggen, bijvoorbeeld de temperatuur, de instraling en de luchtvochtigheid. Bijvoorbeeld worden bijen weer actief nadat de planten water hebben gekregen.

4.4 Energiebesparing

Met het kasklimaat-simulatiemodel KASPRO zijn jaarrondberekeningen gedaan voor vier teelten in de zigzagkas namelijk: paprika, tomaat, potplant en chrysanth en vergeleken met de resultaten van een standaard Venlokas (kapbreedte 4,8m). De belangrijkste instellingen zijn samengevat in Tabel 4-1. De setpoint instellingen voor deze standaardteelten zijn beschreven in het rapport "Standaardteelten" Swinkels et al. 2000.

De kasconstructie waarop de berekeningen zijn gebaseerd is een modern Venlo-kastype met een oppervlakte van circa 4 ha. De kas is opgebouwd uit een repeterend patroon van twee kappen van 4.80 meter op een tralieligger van 9.6 meter en een vakmaat (pootafstand) van 4.5 meter. Het totaal aantal kappen is 42. Met een gootlengte van 193.5 meter (43 vakken), daarmee heeft de kas een oppervlakte van 39010 m². De totale gevellengte bedraagt 790.2 meter. Van het totale kasoppervlak wordt 605 m² door het betonnen middenpad ingenomen (3 meter breed). De lengte van het teeltpad van middenpad tot de gevel bedraagt 96 meter.

Het dek van de kas heeft een dakhelling van 22°. De goothoogte is 4.5 meter en ter hoogte van de tralieligger is mogelijk (afhankelijk van de teelt) een energiescherm aangebracht. De goot (type PB+ 100) heeft een hoogte van 143 mm en een breedte van 100 mm. De bij dit dek behorende roeden hebben een hoogte van 42 mm en breedte van 21 mm (indien met glas bedekt).

Tabel 4-1 Belangrijkste instellingen bij vier verschillende gewassen.

Gewas:	paprika	tomaat	potplant	chrysanth
Temperatuur kas	21,5	20	22,5	21,6
Relatieve vochtigheid	75,5	75	80,8	81,8
fractie lichtonderschepping in de kas	0.065	0.045	0.065	0.075
buffervolume	400	400	200	200
bovennettype	35-er	28-er	35-er	51-er
plantdatum	25-Nov	11-Dec	01-Jan	01-Jan
ruimdatum	07-Nov	20-Nov	01-Jan	01-Jan
minimumbuis temperatuur (dag en nacht)	35	45	35	30
setpoint CO2 [ppm]	1000	1000	800	800
scherm	ja	nee	ja	ja
gevelscherm	nee	nee	nee	ja
P assimilatie belichting [W/m ²]	0	0	0	45



De lichtonderschepping door de onderliggende constructie, gewasdraden, verwarmingsbuizen etc. bedraagt 3.5% voor het groentegewas (laagliggende verwarmingsbuizen) en 5% bij de potplanten waar een hoogliggend verwarmingsnet is gemonteerd.

Het energiescherm heeft een extra lichtonderschepping van 3%, terwijl bij toepassing van assimilatiebelichting de lichttoetreding nog 1% lager zal zijn door de aanwezigheid van armaturen.

Er zijn twee uitvoeringen beschouwd met verschillende kasdekmaterialen namelijk:

- Enkelglas
De transmissie voor diffuus licht bedraagt 77% (Piet Bom, 2000). Hierbij is rekening gehouden met lichtonderschepping door roeden, goot en nok.
- Dubbelwandige zigzagplaat (een kunststofplaat met anti-reflectie (AR-) coating)
De transmissie voor diffuus licht bedraagt voor het zigzag-dek 78-80%. Hierbij is rekening gehouden met lichtonderschepping door de goot. De nok en roeden zijn komen te vervallen omdat platen verlijmd worden.

De resultaten zijn samengevat in Tabel 4-2. Voor alle gewassen is een jaarlijkse energiebesparing van ca. 20-25 % haalbaar. De besparing bij totmaat is het grootste (24,4 %) omdat hier nog vaak zonder scherm geteeld wordt. Het verschil tussen de momentane waarde en jaarrond energiebesparing ontstaat voornamelijk door het warmteverlies door het luchten. Extra energiebesparing is mogelijk met energiezuinige ontvochtiging.

Tabel 4-2 Resultaten van de jaarrond berekening van het gasverbruik [$m^3/m^2/jaar$] bij vier verschillende teelten voor de standaard Venlo kas en de dubbelzigzagkas voor setpointinstellingen voor standaard teelten [19]. De referentiekas (ref.) is bij de teelten aangegeven.

Gewas	paprika			tomaat			potplant			chrysant		
	zonder	met	zigzag met	zonder	met	zigzag zonder	zonder	met	zigzag met	zonder	met	zigzag met
Standaard Venlo	63,3	42,6 (ref)	34,3	53,6 (ref.)	41,1	40,5	72,8	49,6 (ref)	38,3	53,7	35,6 (ref)	27,1
Uren luchten op RV	827	838	1179	2026	2005	2175	2034	2168	3688	2456	1944	3958
Vochtafv. condens*	31,4	30,5	11,3	59,8	57,9	17,3	74,2	77,4	48,0	37,9	52,2	38,5
Vochtafv. ventilatie*	96,5	95,3	138,1	138,9	140,4	191,3	105,6	107,1	209,5	68,8	79,1	145,3
Assimilatie prod. (t.o.v. ref.)	-	100	95,6	100	-	96,9	-	100	95,5	-	100	96,0
Energiesparing [%] (t.o.v. ref.)	-	-	19,4	-	-	24,4	-	-	22,8	-	-	23,8

*)in kg vocht

Uit Tabel 4-2 blijkt dat de besparing met het dubbelzigzagkasdek in het algemeen groter zijn dan bij enkelglas met een energiescherm. Alleen bij de tomaat blijkt het verschil minimaal te zijn. De energiebesparing is berekend op bedrijfsniveau. De berekende besparing zijn afhankelijk van de setpointinstellingen van temperatuur en vooral luchtvochtigheid. De invloed hiervan is weergegeven in Fig.4-6 a en b. Een verlaging van de temperatuur geeft voor beide kassen een energiebesparing. De hoogste besparing is in dit geval bij een standaard kasdek omdat de isolatiewaarde lager is. Een verhoging van de luchtvochtigheid van 85% naar 87,5% geeft voor de zigzagkas een hogere besparing in dit geval 10 % extra besparing bij potplanten! Naast een forse reductie in het energieverbruik wordt er circa 4 % ingeleverd op de productie. Dit kan verklaard worden doordat er meer gelucht moet worden. Hierdoor daalt het CO₂-niveau wat ten koste gaat van de productie (zie ook raamstanden en gerealiseerde gemiddelde kasluchttemperatuur). Dit alles ondanks het feit dat er meer CO₂ gedoseerd is. Dit vindt vooral in het voor en najaar plaats, waar bij een kas met zigzagplaat meer gelucht moet worden. De buffer zal in



deze periode meer gebruik worden dan in een situatie met een glasdek. Algemeen geldt dat energiebesparing de CO₂-productie doet verminderen. Dit zou gedeeltelijk opgelost kunnen worden door in plaats van CO₂ met de ketel

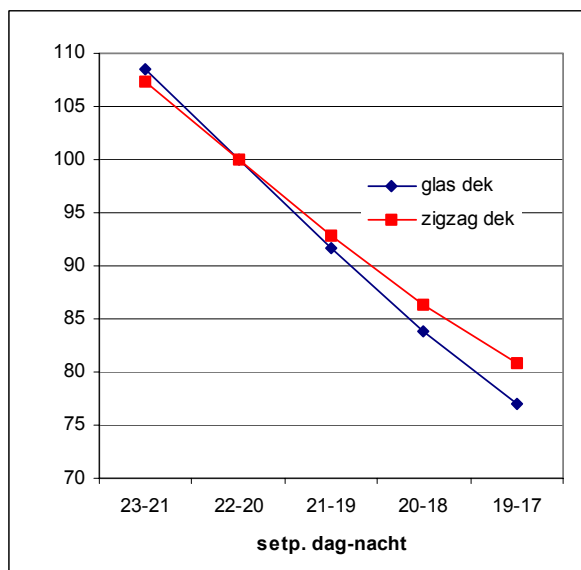


Fig.4-6a Relatief aardgasverbruik potplantenteelt bij verschillende kasluchtsetpoints. (22-20 =100%)

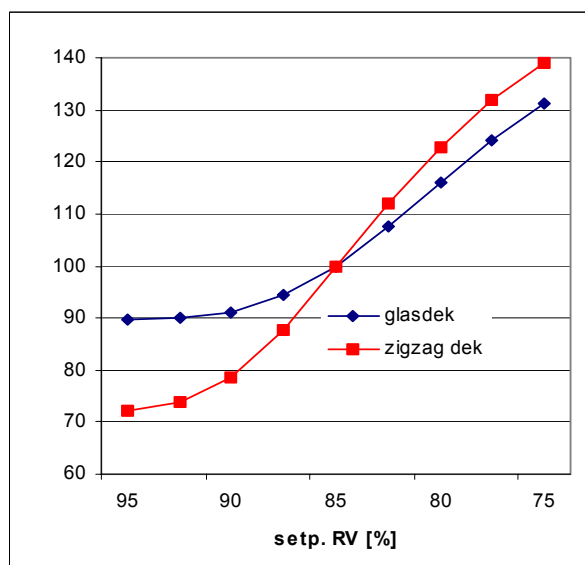


Fig. 4-6b Relatief aardgasverbruik potplantenteelt bij verschillende RV setpoints. (85 =100%)

te produceren, CO₂ in te zetten afkomstig uit externe bronnen, waardoor energieverbruik en CO₂ productie losgekoppeld worden. Daarnaast is er een fors effect op de vochtthuishouding. Doordat er minder waterdamp tegen het dek zal condenseren is er meer vocht in de kaslucht, waardoor er ook meer gelucht zal moeten worden. Om inzicht te verkrijgen in de hoeveelheid vocht die er (moet worden) wordt afgevoerd, is in tabel 4-2 de jaarsom vochtafvoer door middel van ventilatie en condensatie weergegeven. Om dit getal te verkrijgen zijn alleen die uren geteld waarbij de ventilatieramen geopend waren in verband met een te hoog vocht niveau. Dit zijn dus de uren luchten op vocht zoals deze ook in de tabel aangegeven zijn.

In figuur 4-7 is van de 4 teelten een histogram weergegeven van de RV niveaus van de kaslucht voor de 4 verschillende teelten.

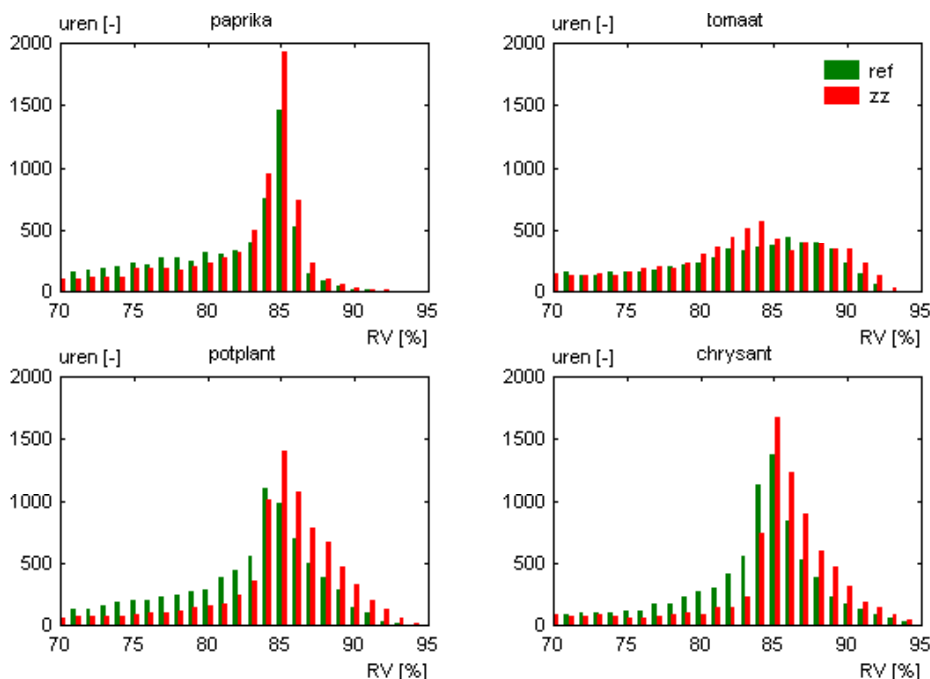


Fig. 4-7 Histogram van de uren luchten op vocht voor de 4 verschillende teelten.



4.5 Conclusies

De energiebesparing bij standaard instellingen is gewas afhankelijk en ligt tussen de 20 en 25 %. Een aanzienlijk hogere energie besparing is mogelijk wanneer een hogere luchtvochtigheid toelaatbaar is voor het gewas. Door verlies van CO₂ door minder stoken en meer beluchting zal circa 4 % vermindering van de assimilatie geven. Door de gunstige oriëntatie van het zigzag kasdek materiaal ontstaat bij dezelfde Venlo kasconstructie minimaal 2 % extra lichttransmissie. De toetsing hiervan zal in een vervolgonderzoek moet plaatsvinden.

5. Bedrijfseconomische beoordeling (door R.A.F. van Paassen)

5.1 Inleiding

In het PPO-rapport 246 (Bedrijfseconomische beoordeling van verschillende kasdekmaterialen) zijn de bedrijfseconomische perspectieven van de Superglaskas en de Floridakas vergeleken met een standaard Venlokas. Uit dit rapport is gebleken dat afhankelijk van de gasprijs voor drie of vier van de zes berekende gewassen een goede investeringsruimte en afschrijvingstermijn ontstaat. Een overzicht van deze resultaten is in Tabel 5-1 weergegeven.

Tabel 5-1: Investeringsruimte en terugverdientijd van de Floridakas t.o.v. de referentiekas (€) uit PPO-rapport 246 (Afschrijving 15 jaar, 3,5% rente en 0,5 % onderhoud).

	Investeringsruimte (€).		Terugverdientijd (jaar)	
	Gasprijs 18 ct/m ³	Gasprijs 23 ct/m ³	Gasprijs 18 ct/m ³	Gasprijs 23 ct/m ³
Trostomaat	34	43	5,3	4,2
Radijs	4	6	41,9	27,4
Roos	8	10	22,0	17,0
Chrysant	18	23	10,2	7,9
Kalanchoë	23	29	7,9	6,2
Ficus	37	47	4,9	3,8

In hoofdstuk 5.2 zijn deze resultaten voor de Floridakas aangepast aan de vernieuwde inzichten. De energiebesparing is in eerste instantie lager dan werd aangenomen in dit rapport. Hiernaast blijkt de productie wat lager te liggen. Ten eerste doordat er minder CO₂ wordt gegeven als gevolg van een lager gasverbruik. Ten tweede doordat er meer wordt gelucht en er zodoende meer CO₂ verloren gaat. Met de later toe te passen speciale warmtewisselaar in de dakgoot en de invoering van gehard glas wordt het bedrijfsresultaat van de zigzagkas beter. In dit rapport wordt eerst aangegeven wat het netto bedrijfsresultaat, de investeringsruimte en de terugverdientijd is van de zigzagkas zonder speciale dakgoot. Vervolgens worden deze berekeningen getoond voor de situatie met speciale dakgoot. Ten slotte wordt rekening gehouden met een stijging van de kostprijs van de referentiekas in verband met het verplicht stellen van gehard glas voor de beglazing. Tenzij anders is aangegeven zijn in de berekeningen dezelfde uitgangspunten gehanteerd als in het PPO-rapport 246.

In hoofdstuk 5.3 is beschreven voor welke subsidies de Floridakas in aanmerking komt. De meest interessante subsidieregelingen zijn uitgewerkt met behulp van voorbeeldsituaties.



5.2 Economische evaluatie

5.2.1 Zigzagdek met energiebesparing en productievermindering

Vernieuwde inzichten laten zien dat de energiebesparing van de Floridakas, zoals deze in een eerdere studie is aangehouden [Ruijs en van Paassen, 2001], te hoog is ingeschat. In deze studie werden voor trostomaat, troschrysan en kalanchoë besparingen aangehouden van respectievelijk 34, 31 en 33%. Deze besparingspercentages zijn aangehouden op basis van berekeningen van het PPO-model Pregas. Berekeningen van het IMAG laten echter zien dat de besparing lager uitvalt. Doordat de Floridakas een hogere isolatiewaarde heeft, condenseert er minder snel vocht tegen het kasdek en moeten de luchtramen eerder open om overtollig vocht af te voeren (en warmte en CO₂). In een nieuwe berekening is voor de gewassen trostomaat, paprika, troschrysan en kalanchoë gerekend met een energiebesparing van respectievelijk 24,4%, 19,4%, 23,8% en 22,8% t.o.v. de referentie [herziening Sonneveld et al, 2001].

In Tabel 5-2 is voor verschillende gasprijzen en gewassen berekend wat de verandering is van het netto bedrijfsresultaat bij een investering in een Floridakas. De verandering van het netto bedrijfsresultaat is het jaarlijkse verschil tussen de baten en de lasten van de Floridakas ten opzichte van een standaard moderne kas. De lasten van de Floridakas zijn de rente, afschrijving en onderhoud van de kas en de minderopbrengsten door een verminderde assimilatie. In de berekeningen is er van uitgegaan, dat de minderproductie evenredig is met de berekende verlaagde assimilatie (zie tabel 5-12). De baten zijn de verminderde gaskosten en door de verlaagde productie verminderde teeltarbeids- en afzetkosten en (bij chrysan en kalanchoë) verminderde plantkosten. Bij de gasprijzen is ook een commodityprijs toegevoegd om aan te tonen wat invloed is van het CDS op het netto bedrijfsresultaat van de Floridakas. Een commodityprijs van 14 cent is hierbij vergelijkbaar met een vaste gasprijs van 18 cent. Voor bedrijven met een hoge capaciteit ten opzichte van het jaarverbruik zullen de energiekosten hoger uitvallen. Voor bedrijven met een lage capaciteit zullen de kosten lager uitvallen.

Tabel 5-2: Verandering netto bedrijfsresultaat t.o.v. de referentiekas (€).

	<i>Gasprijs 11 ct/m³</i>	<i>Gasprijs 18 ct/m³</i>	<i>Gasprijs 23 ct/m³</i>	<i>Commodityprijs 14 ct/m³</i>
Trostomaat	-1,57	-0,65	0,00	-0.19
Paprika	-2,16	-1,58	-1,16	-1.02
Troschrysan	-1,69	-1,10	-0,67	-0.35
Kalanchoë	-2,57	-1,78	-1,21	-1.65

Uit Tabel 5-2 blijkt dat het netto bedrijfsresultaat alleen voor de trostomaat bij een gasprijs van 23 cent ongeveer gelijk is aan het resultaat in een standaard Venlokas. Bij de overige berekeningen is het netto bedrijfsresultaat van de Floridakas lager dan bij de referentie.

Tabel 5-3: Investeringsruimte Floridakas (€).

	<i>Gasprijs 11 ct/m³</i>	<i>Gasprijs 18 ct/m³</i>	<i>Gasprijs 23 ct/m³</i>	<i>Commodityprijs 14 ct/m³</i>
Trostomaat	5	14	20	18
Paprika	-	5	9	10
Troschrysan	4	9	13	16
Kalanchoë	-	3	8	4

Aangezien de hoogte van de extra investering voor de Floridakas nog niet zeker is, is de investeringsruimte berekend. De investeringsruimte geeft het plafond van de (meer)investering weer, waarbij de extra kosten in evenwicht zijn met de extra opbrengsten. Hierbij is uitgegaan van een meerinvestering voor de Floridakas van € 19.72 per m² kas, een afschrijvingstermijn van 15 jaar, 3,5% rente en een onderhoudspercentage van 0,5% op de investeringswaarde. Wanneer wordt gekeken naar de investeringsruimte, lijkt de Floridakas voor de trostomaat



alleen rendabel bij een gasprijs van 23 cent/m³ (zie Tabel 5-3). In alle overige gevallen is de investeringsruimte onvoldoende.

Met de terugverdientijd wordt een maat verkregen voor het risico dat een ondernemer kan lopen bij de betreffende investering. Met andere woorden: hoe korter de terugverdientijd hoe kleiner het risico. In de praktijk wordt bij innovatieve (risicovolle) ontwikkelingen vaak een maximale terugverdientijd gehanteerd van 5 jaar. Zoals in tabel 5-4 is te zien, is de terugverdientijd in alle gevallen te lang.

Tabel 5-4: Terugverdientijd Floridakas (jaren).

	<i>Gasprijs 11 ct/m³</i>	<i>Gasprijs 18 ct/m³</i>	<i>Gasprijs 23 ct/m³</i>	<i>Commodityprijs 14 ct/m³</i>
Trostomaat	37	14	9	10
Paprika	-	38	21	18
Troschryasant	48	20	14	11
Kalanchoë	-	60	22	44

5.2.2 Alternatieve goot

Het in paragraaf 5.2.1 beschreven effect van productievermindering door de verhoogde isolatie kan gehalveerd worden door een alternatieve dakgoot [Sonneveld et al, 2001]. Hierbij blijft de door de Floridakas behaalde energiebesparing gehandhaafd. Deze goot kost circa € 13,50 per m¹ of € 2,82 per m². Bij een afschrijving in 15 jaar, een onderhoudspercentage van 0,5% en 3,5% rente zijn de jaarkosten circa 30 cent per m². Wanneer deze goot wordt toegepast zijn de resultaten positiever zoals is te zien in de tabellen 5-5, 5-6 en 5-7.

Tabel 5-5: Verandering netto bedrijfsresultaat t.o.v. de referentiekas (€).

	<i>Gasprijs 11 ct/m³</i>	<i>Gasprijs 18 ct/m³</i>	<i>Gasprijs 23 ct/m³</i>	<i>Commodityprijs 14 ct/m³</i>
Trostomaat	-1,42	-0,50	0,16	-0,03
Paprika	-1,98	-1,40	-0,98	-0,84
Troschryasant	-1,73	-1,14	-0,71	-0,39
Kalanchoë	-2,02	-1,22	-0,66	-1,10

Bij toepassing van de alternatieve goot geeft de Floridakas bij trostomaat, paprika en kalanchoë een hoger bedrijfsresultaat. Alleen trostomaat geeft bij een gasprijs van 23 cent een hoger bedrijfsresultaat dan de standaardkas. Voor de overige gewassen en bij lagere gasprijzen lijkt de Floridakas bedrijfseconomisch nog niet interessant.

Tabel 5-6: Investeringsruimte Floridakas (€).

	<i>Gasprijs 11 ct/m³</i>	<i>Gasprijs 18 ct/m³</i>	<i>Gasprijs 23 ct/m³</i>	<i>Commodityprijs 14 ct/m³</i>
Trostomaat	9	18	24	22
Paprika	4	9	13	15
Troschryasant	6	12	16	19
Kalanchoë	4	11	16	12

Uit tabel 5-6 blijkt dat de investeringsruimte voor de Floridakas bij trostomaat alleen bij een gasprijs van 23 cent hoog genoeg is om de investering van € 19,72 + € 2,82 = € 22,54 goed te maken. Voor de overige gevallen is de investeringsruimte nog ontoereikend.



Tabel 5-7: Terugverdientijd Floridakas (jaren).

	<i>Gasprijs</i> <i>11 ct/m³</i>	<i>Gasprijs</i> <i>18 ct/m³</i>	<i>Gasprijs</i> <i>23 ct/m³</i>	<i>Commodityprijs</i> <i>14 ct/m³</i>
Trostomaat	23	12	9	10
Paprika	53	22	16	14
Troschryasant	33	18	13	11
Kalanchoë	58	19	13	17

In Tabel 5-7 is te zien dat de terugverdientijd voor de Floridakas in alle gevallen langer is dan 5 jaar.

5.2.3 Vergelijking referentie met gehard glas

De berekeningen uit paragraaf 5.2.1 en 5.2.2 voor de Floridakas zijn vergeleken met een standaard glazen kas. Aangezien er plannen zijn om in 2004 gehard glas verplicht te stellen voor glazen kasdekken dient er rekening mee te worden gehouden dat de referentiekas \pm € 5,- duurder uit zal vallen. Aangezien dit niet zal gelden voor de (kunststof) Floridakas komen de meerinvesteringen voor de Floridakas met een alternatieve goot lager uit op € 19,72 + € 2,82 - € 5,- = € 17,54.

Tabel 5-8: Verandering netto bedrijfsresultaat t.o.v. de referentiekas (€).

	<i>Gasprijs</i> <i>11 ct/m³</i>	<i>Gasprijs</i> <i>18 ct/m³</i>	<i>Gasprijs</i> <i>23 ct/m³</i>	<i>Commodityprijs</i> <i>14 ct/m³</i>
Trostomaat	-0,88	0,03	0,69	0.50
Paprika	-1,44	-0,86	-0,45	-0.30
Troschryasant	-1,20	-0,60	-0,18	0.15
Kalanchoë	-1,48	-0,69	-0,13	-0.57

De verlaging van de meerkosten met € 5,- maakt de trostomaat ook bij een gasprijs van 18 cent of bij een commodityprijs van 14 cent rendabel (zie tabel 5-8). Ook bij de troschryasant verbetert het netto bedrijfsresultaat bij een commodityprijs van 14 cent. De overige gevallen hebben nog steeds een negatieve verandering van het netto bedrijfsresultaat.

De investeringsruimte verandert niet door de aangepaste meerinvestering, zodat tabel 5-6 ongewijzigd blijft.

Tabel 5-9: Terugverdientijd Floridakas (jaren).

	<i>Gasprijs</i> <i>11 ct/m³</i>	<i>Gasprijs</i> <i>18 ct/m³</i>	<i>Gasprijs</i> <i>23 ct/m³</i>	<i>Commodityprijs</i> <i>14 ct/m³</i>
Trostomaat	18	9	7	7
Paprika	41	17	12	11
Troschryasant	26	14	10	9
Kalanchoë	45	15	10	13

In Tabel 5-9 is te zien dat de terugverdientijd voor de Floridakas met alternatieve goot ook in vergelijking met een duurdere referentiekas in alle gevallen langer is dan 5 jaar.

5.3 Subsidie mogelijkheden

In rapport 246 zijn een aantal subsidieregelingen genoemd waarvoor de Floridakas in aanmerking zou kunnen komen. De meest interessante regelingen voor de Floridakas zijn de Energie Investeringsaftrek (EIA) en de regeling Willekeurige afschrijving Milieu-investeringen in de landbouw (VAMIL). Deze twee regelingen zijn hieronder met behulp van voorbeelden verder toegelicht. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat de baten van subsidies sterk bedrijfsspecifiek zijn. Om van een aftrek gebruik te kunnen maken moet eerst voldoende winst worden behaald.



5.3.1 Energie Investerings Aftrek

De Floridakas komt in aanmerking voor de Energie Investerings Aftrek (EIA). Dit is een fiscale regeling die ondernemers die investeren in energiebesparende bedrijfsmiddelen en duurzame energie, een direct voordeel biedt. Van de investeringskosten is 55% aftrekbaar van de fiscale winst over het kalenderjaar waarin het bedrijfsmiddel is aangeschaft. De investeringskosten van de Floridakas bedragen voor een kas van 1 hectare ± € 200.000,-. Dit levert een aftrek van € 110.000,- op de fiscale winst van het bedrijf in het jaar waarin de investering is gedaan. Het financiële voordeel dat dit oplevert, is afhankelijk van de winst die het bedrijf heeft gemaakt en het belastingtarief waar het in valt.

Voorbeeld

Stel, de fiscale winst bedraagt € 160.000,- en de vennootschapsbelasting bedraagt 30% over de eerste € 23.000,- winst en 35% over de rest van de winst. Door de EIA wordt de fiscale winst nu € 50.000,- (€ 160.000,- - € 110.000,-). Zonder EIA zou de vennootschapsbelasting € 54.850,- bedragen. Door gebruik te maken van de EIA bedraagt de vennootschapsbelasting slechts € 16.350,-. Het directe fiscale voordeel is dan € 38.500,-. Als dit bedrag bedrijfseconomisch verrekend wordt met de investering, dan zou het netto bedrijfsresultaat van tabel 5-8 er als volgt uitzien.

Tabel 5-10: Verandering netto bedrijfsresultaat t.o.v. de referentiekas (€).

	<i>Gasprijs 11 ct/m³</i>	<i>Gasprijs 18 ct/m³</i>	<i>Gasprijs 23 ct/m³</i>	<i>Commodityprijs 14 ct/m³</i>
Trostomaat	-0.51	0.41	1.06	0.87
Paprika	-1.07	-0.49	-0.07	0.07
Troschryasant	-0.82	-0.23	0.20	0.52
Kalanchoë	-1.11	-0.32	0.25	-0.19

Uit tabel 5-10 blijkt dat de EIA, ook bij minder hoge gasprijzen de Floridakas met alternatieve goot juist rendabel kan maken. Alleen bij kalanchoë is de Floridakas alleen bij een hoge gasprijs (23 cent) rendabel.

5.3.2 Energie Investerings Aftrek in combinatie met VAMIL

De Floridakas komt ook in aanmerking voor de VAMIL-regeling. Deze fiscale regeling biedt een liquiditeits- en rentevoordeel aan ondernemers die willen investeren in milieuvriendelijke bedrijfsmiddelen. Een ondernemer kan met de VAMIL-regeling zelf bepalen wanneer hij de investeringskosten van een bedrijfsmiddel afschrijft. Door sneller af te schrijven wordt de fiscale winst gedrukt. Op deze manier hoeft minder inkomsten- of vennootschapsbelasting te worden betaald. Gevolg hiervan is wel dat er in latere jaren minder kan worden afgeschreven. Doordat het betalen van belastingen naar de toekomst wordt verschoven, wordt een liquiditeits- en rentevoordeel geboekt.

Voorbeeld

De investeringen bedragen € 200.000,- met een afschrijvingstermijn van 15 jaren. De restwaarde na 15 jaren is nihil. De EIA bedraagt € 110.000,- (55% van € 200.000,-). Bij de normale afschrijving kan gedurende 15 jaren ieder jaar € 13.300,- worden afgetrokken van de fiscale winst. Wanneer de VAMIL wordt toegepast, kan het tijdstip van afschrijving door de ondernemer zelf worden bepaald. Zo kan bijvoorbeeld worden besloten om het gehele bedrag in één jaar af te schrijven.

In dat geval kan er in het eerste jaar € 110.000,- (dankzij EIA) + € 200.000,- (dankzij VAMIL) = € 310.000 ten laste van de fiscale winst worden gebracht. Het netto voordeel hangt vervolgens af van het belastingtarief, maar zal voor de EIA (aftrek) groter zijn dan voor de VAMIL (rente- en liquiditeitsvoordeel).

5.3.3 Overige regelingen

Milieu Investerings Aftrek (MIA)



De MIA is minder interessant omdat deze niet in combinatie met de EIA kan worden gebruikt en deze aftrek lager is dan de EIA (30%).

Groenfinanciering

Bedrijven met een groen label certificaat komen in aanmerking voor groenfinanciering. Dit betekent voor tuinders dat ze hypotheek kunnen afsluiten tegen een gunstiger rentetarief. Om een groen label certificaat te krijgen, moet een bedrijf aan een aantal basiseisen voldoen. Hiernaast moeten nog voldoende punten worden behaald door een aantal keuzemaatregelen toe te passen. De Floridakas is bij deze keuzemaatregelen een van de opties.

5.4 Conclusies

Tabel 5-11: Verandering netto bedrijfsresultaat t.o.v. de referentiekas (€) bij een commodityprijs van 14 eurocent.

	<i>Floridakas</i>	<i>+ alternatieve goot</i>	<i>+ vergelijking met gehard glas</i>	<i>+ EIA subsidie¹</i>
Trostomaat	-0.19	-0.03	0.50	0.87
Paprika	-1.02	-0.84	-0.30	0.07
Troschryasant	-0.35	-0.39	0.15	0.52
Kalanchoë	-1.65	-1.10	-0.57	-0.19

¹ Bij EIA subsidie is gerekend met 35% inkomsten- of vennootschapsbelasting.

De meest interessante regelingen voor de Floridakas zijn de Energie Investeringsaftrek (EIA) en de regeling Willekeurige afschrijving Milieu-investeringen in de landbouw (VAMIL). Het netto voordeel hangt af van het belastingtarief, maar zal voor de EIA (aftrek) groter zijn dan voor de VAMIL (rente- en liquiditeitsvoordeel). In een rekenvoorbeeld is aangegeven dat de combinatie met Energie Investeringsaftrek voor de teelten trostomaat, paprika en troschryasant ten opzichte van de referentiekas een positief bedrijfsresultaat ontstaat voor de kas met een zigzagbedekking.

De teelt van tomaat is bedrijfseconomisch het meest interessant voor de zigzagkas. Door toepassing van de alternatieve goot ontstaat meer investeringsruimte. Toepassing van deze goot lijkt bedrijfseconomisch dan ook interessant.

Uit het totaalplaatje inclusief alternatieve goot (Tabellen 5-5, 5-6 en 5-7) blijkt dat de Floridakas voor tomaat bij een gasprijs van 23 ct/m³ bedrijfseconomisch interessant is. Bij de troschryasant en Kalanchoë levert dit eveneens een redelijke investeringsruimte op en in combinatie met subsidie is de investering interessant.

Indien rekening wordt gehouden met een duurdere referentiekas door het verplicht stellen van gehard glas dan is de Floridakas ook bij een gasprijs van 18 cent of een commodityprijs van 14 cent ook zonder subsidie rendabel.

6. Milieukundige evaluatie (door S.C van Woerden)

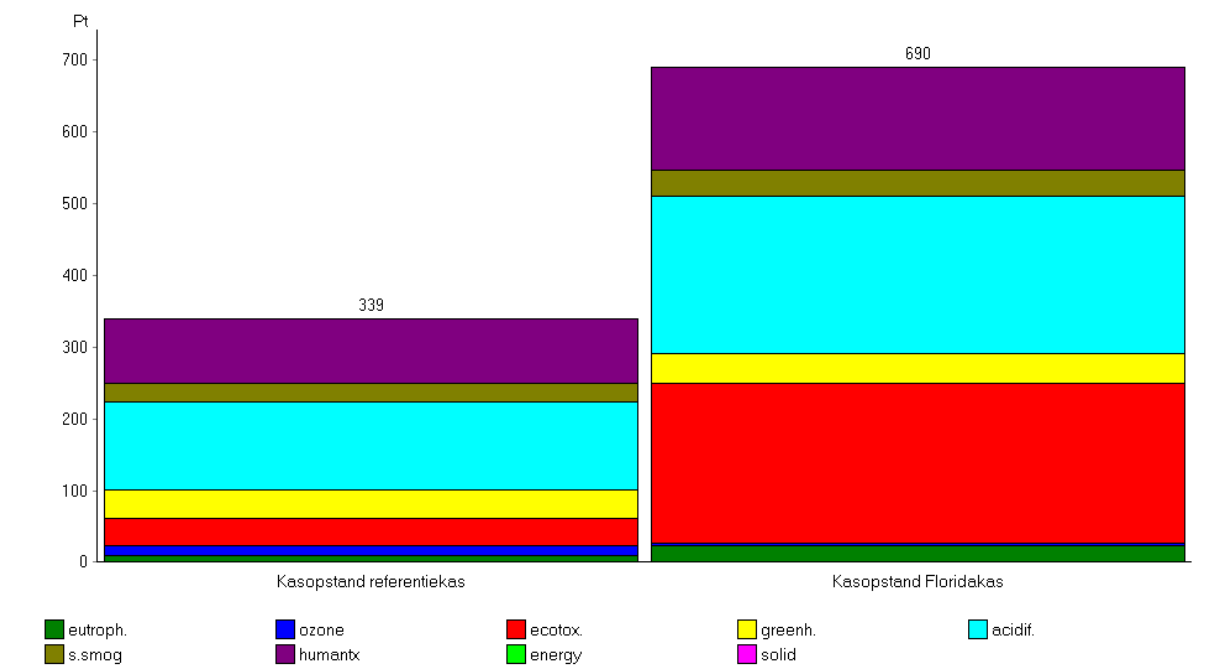
De milieukundige evaluatie wordt in deze studie uitgevoerd met behulp van een Levens Cyclus Analyse (LCA). De LCA is een methode voor het in kaart brengen van mogelijke milieueffecten van een product of proces. Hiervoor worden voor alle productiemiddelen het grondstoffenverbruik, het energieverbruik, de emissies naar lucht, water en bodem en het ontstaan van afval in kaart gebracht. Dit wordt gedaan voor de gehele levenscyclus van de productiefase, de verbruiksfase op het tuinbouwbedrijf en de afvalfase. Alle emissies en grondstoffenverbruik zijn uiteindelijk omgerekend in milieueffecten.



6.1 Levens Cyclus Analyse Kasdek

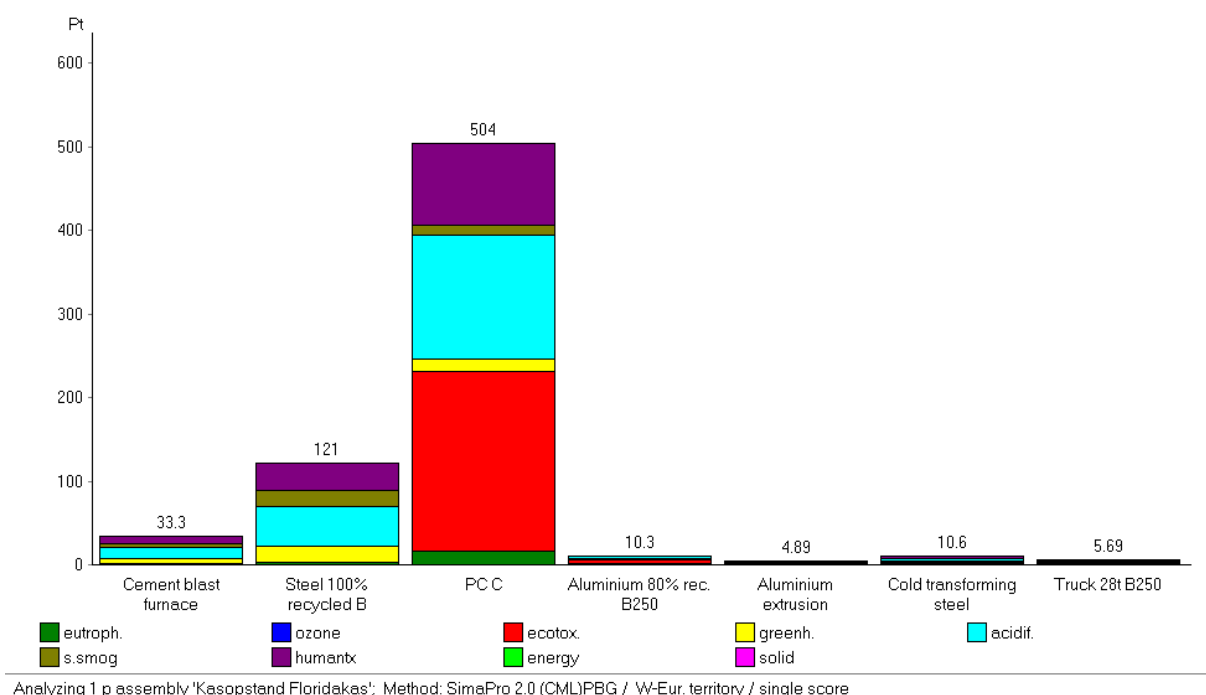
In deze paragraaf wordt de milieubelasting van de kasconstructie van de Floridakas vergeleken met die van een glazen referentiekas.

In Figuur 6-1 is te zien dat de milieubelasting van de kasopstand van de Floridakas twee maal zo hoog is als de milieubelasting van de glazen referentiekas. De voornaamste oorzaak hiervan is het gebruik van polycarbonaat in de Floridakas (zie Figuur 6-2).



Comparing report 'Floridakas, kasopstand vergeleken met glazen ref'; Method: SimaPro 2.0 (CML)PBG / W-Eur. territory / single score

Figuur 6-1: Milieubelasting van de kasopstand van de Floridakas vergeleken met een glazen referentiekas.



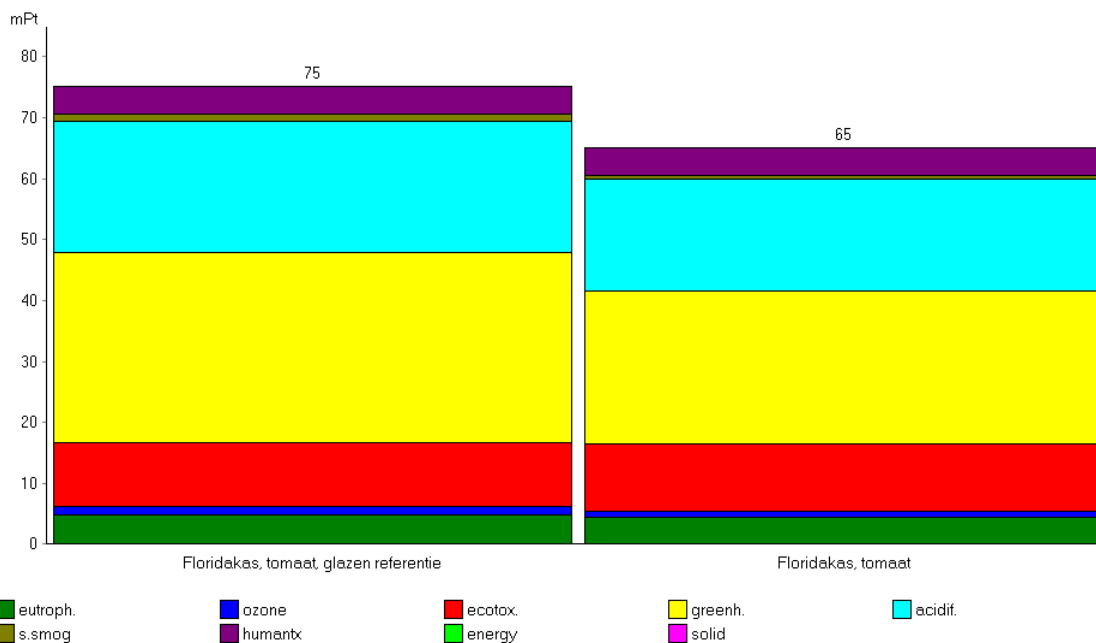
Figuur 6-2: Verdeling milieubelasting Floridakas over verschillende onderdelen.

6.2 Levens Cyclus Analyse Teelt

Het grootste voordeel van de Floridakas is de hoge isolatiewaarde. Om deze reden is ook gekeken naar de milieubelasting van een complete teelt in de Floridakas, vergeleken met de milieubelasting van een teelt in een gangbare kas. In paragraaf 6.2.1 is de milieubelasting van de Floridakas vergeleken een glazen kas voor een energie-intensief gewas (tomaat). In paragraaf 6.2.2 is gekeken naar een gewas met een aanzienlijk lager energieverbruik (chrysant).

6.2.1 Tomaat

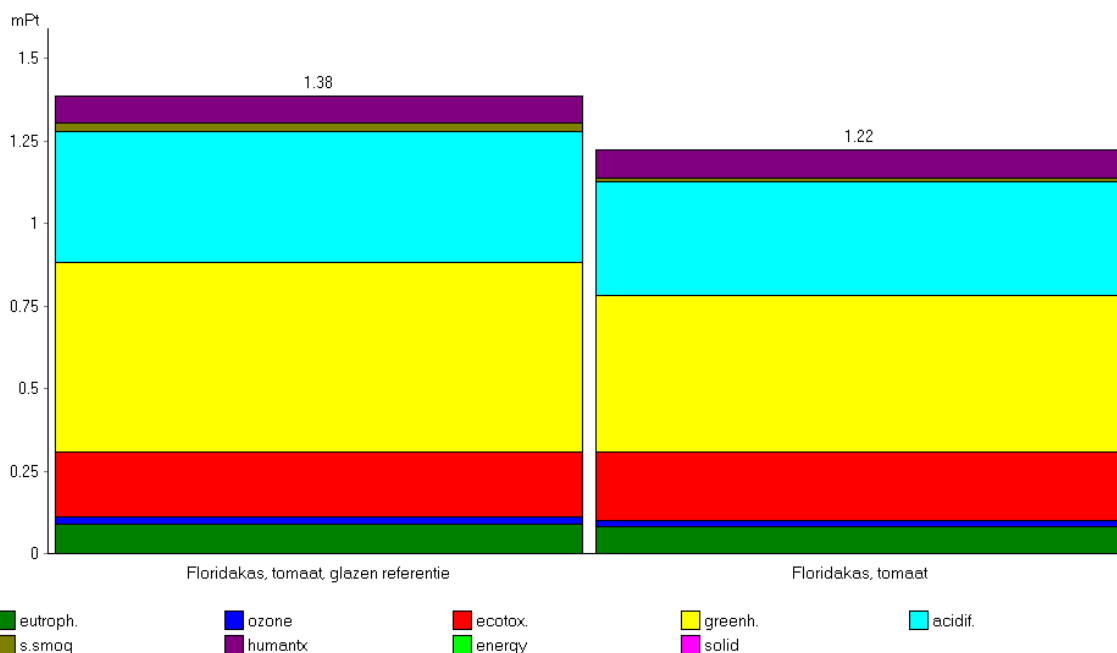
In Figuur 6-3 is te zien dat de milieubelasting per m² van een tomatenteelt in de Floridakas ruim 13% lager ligt dan de milieubelasting in een glazen kas.



Comparing report 'Tomaat met/zonder Floridakas, per m²': Method: SimaPro 2.0 (CML)PBG / W-Eur. territory / single score

Figuur 6-3: Milieubelasting per m² van tomaat met Floridakas vergeleken met een glazen referentiekas.

Wanneer rekening wordt gehouden met een opbrengstreductie van 2% door de toepassing van de Floridakas [Sonneveld et al, 2001], daalt de milieuwinst. De milieubelasting per kg tomaat is bij toepassing van de Floridakas bijna 12% lager dan bij de standaardkas (zie Figuur 6-4).



Comparing report 'Tomaat met/zonder Floridakas, per kg': Method: SimaPro 2.0 (CML)PBG / W-Eur. territory / single score

Figuur 6-4: Milieubelasting per kg van tomaat met Floridakas vergeleken met een glazen referentiekas.

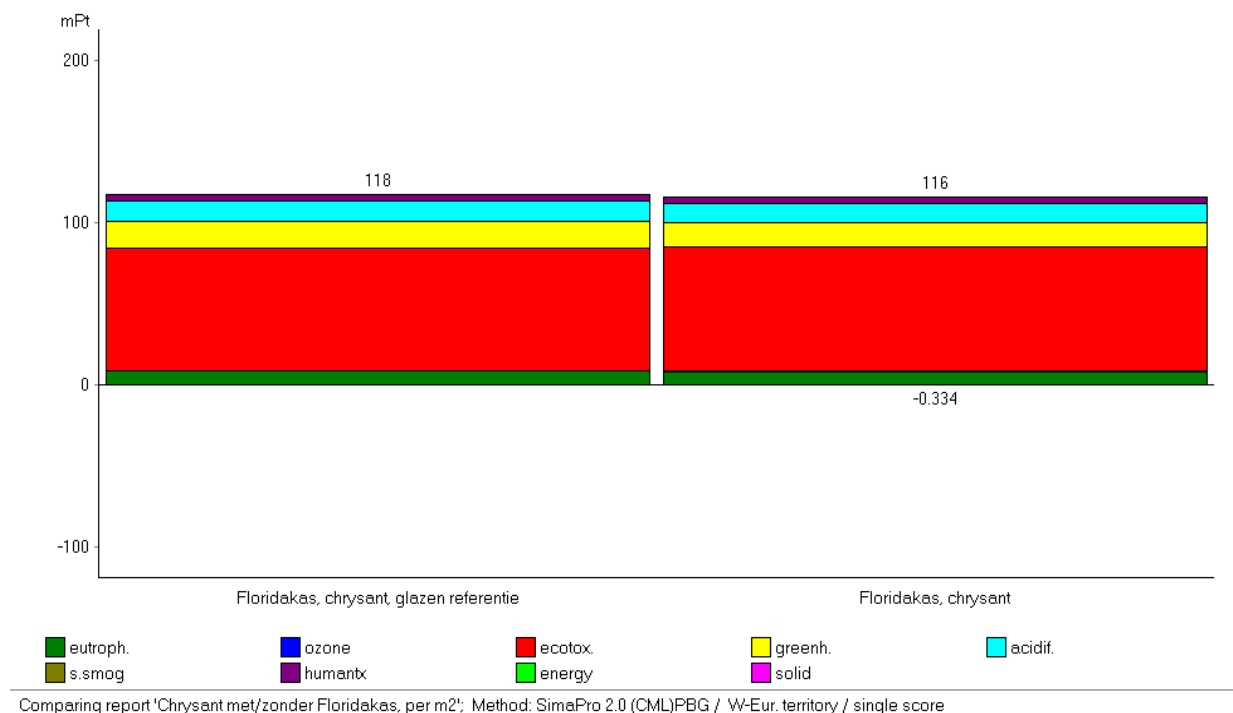
Het aandeel van de Kasopstand in de totale milieubelasting is toegenomen van 8,2% tot 13,1%. De extra milieubelasting van de kasopstand wordt ruimschoots gecompenseerd door de daling van het gasverbruik. Het



gasverbruik was in de referentie het meest milieubelastend met een aandeel in de totale milieubelasting van bijna 78%. Bij toepassing van de Floridakas daalt het aandeel van het gasverbruik in de totale milieubelasting tot bijna 71%. Door de daling van totale milieubelasting, neemt het relatieve belang van overige onderdelen toe (gewasbeschermingsmiddelen, nutriënten, electriciteitsverbruik, etc.).

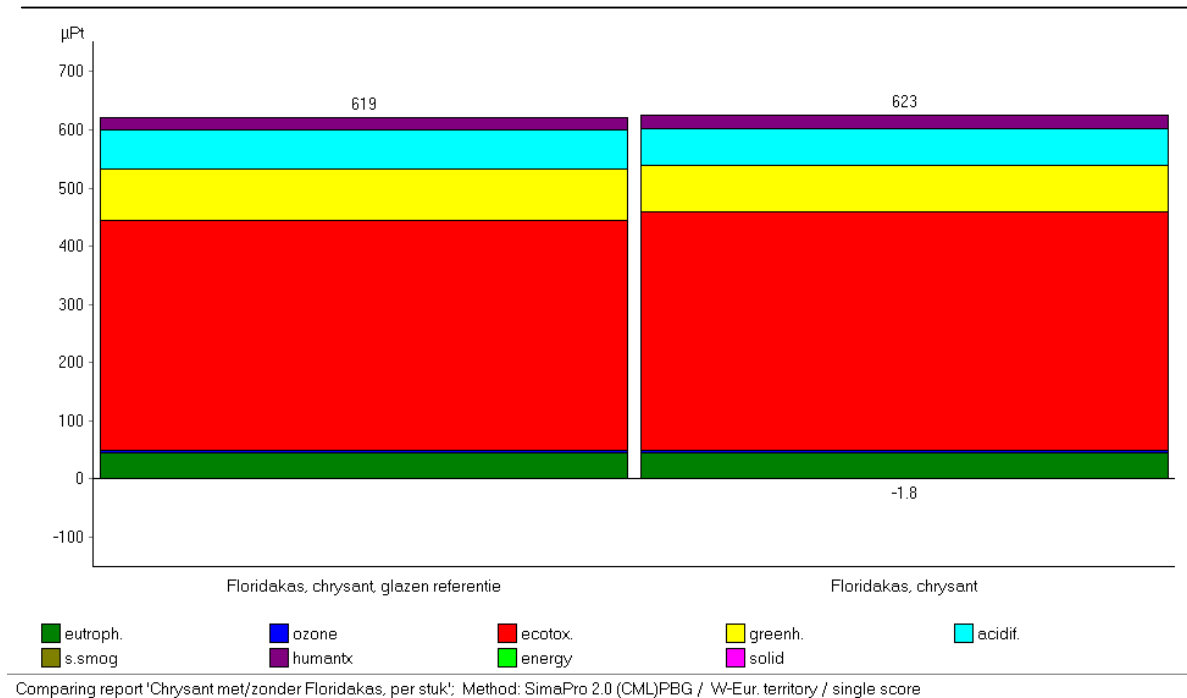
6.2.2 Chrysant

De milieubelasting per m² kas daalt door het gebruik van de Floridakas met ca. 2% (zie Figuur 6-5). Het effect is aanzienlijk lager dan bij de tomatenteelt omdat de chrysantenteelt minder energie-intensief is (32,2 m³ tegenover 63,3 m³ bij tomaat; [Sonneveld et al, 2001]).



Figuur 6-5: Milieubelasting per m² chrysant met Floridakas vergeleken met een glazen referentiekas.

Wanneer rekening wordt gehouden met een opbrengstreductie van 2,3% door de toepassing van de Floridakas [Sonneveld et al, 2001], is de milieubelasting bij toepassing van de Floridakas gelijk aan de milieubelasting in de referentie (zie Figuur 6-6). De extra milieubelasting van de kasopstand wordt precies gecompenseerd door het lagere energieverbruik.



Figuur 6-6: Milieubelasting per chrysant met Floridakas vergeleken met een glazen referentiekas.

Het aandeel van de Kasopstand in de totale milieubelasting is toegenomen van 5,2% tot 7,4%. De extra milieubelasting van de kasopstand wordt gecompenseerd door de daling van het gasverbruik.

6.3 Discussie en Conclusies

In de NOTA "P 2001-88" [Sonneveld et. al, 2001] staat beschreven dat de lichtwinst van de Floridakas t.o.v. de standaard Venlokas in de winter kan oplopen tot 4-6%. Aangezien licht in de winter een beperkende factor is en productprijzen voor veel gewassen in de winter hoger liggen, kunnen de economische resultaten voordeliger uitvallen dan in deze studie is aangenomen.

Het gasverbruik dat in de IMAG-berekeningen is aangehouden voor de chrysantenteelt lijkt aan de lage kant. In de economische berekeningen is voor chrysant in de Venlokas een gasverbruik aangehouden van 39,1 m³/m². Er is wel uitgegaan van de energiebesparing zoals deze is berekend door het IMAG. Voor de milieukundige evaluatie is uitgegaan van de gasverbruiken zoals deze zijn beschreven in NOTA "P 2001-88" [Sonneveld et. al, 2001].

De milieubelasting van de kasopstand van de Floridakas is tweemaal zo groot als die van een gangbare kas. Wanneer er rekening wordt gehouden met de "vermeden milieubelasting" doordat er energie wordt bespaard gedurende de teelt, kan de Floridakas een lagere milieubelasting hebben dan de gangbare kas. De mate waarin er milieuwinst wordt behaald is afhankelijk van de energie-intensiteit van de teelt (0% bij chrysant, 12% bij tomaat).



7. Kennisoverdracht

7.1 Verspreiding van de resultaten

In het kader van kennisverspreiding over het nieuwe Zigzag-kasdek is door IMAG, deels in samenwerking met GE-plastics, een communicatieplan opgesteld. De belangrijkste items daarin zijn de presentaties op de evenementen zoals de Hortifair (vroeger NTV) en vormgeving van de communicatie op de Floriade.

Door IMAG is op 7 november 2000 in Rotterdam een presentatie voor een gezelschap van kassenbouwers en installateurs gegeven van de door IMAG ontwikkelde plannen voor de kunststofkas voor de Floriade. Deze vergadering was georganiseerd door de AVAG (vereniging van kassenbouwers). Over het ontwerp van deze kas is aldaar uitgebreid discussie gevoerd.

Gedurende de looptijd van het project zijn er 27 (deels internationale) publicaties verschenen over deze nieuwe kas. Deze publicatie zijn vermeld onder Hoofdstuk 10 literatuur.

Hortifair

De Hortifair is het belangrijkste evenement voor de communicatie naar de doelgroep glastuinders geweest. Voor de Hortifair zijn demonstratie-units met een prototype van het nieuwe kasdek gemaakt. Deze zijn op de Hortifair te zien geweest in de stands van Greentex, IMAG en de Floriade. In het kader van de Hortifair is de beschikbare wetenschappelijk informatie omgezet in begrijpelijke taal voor de doelgroep. De informatie is middels folders aan belangstellende uitgedeeld. Er zijn ruim 700 Nederlandse en ongeveer 200 Engelstalige folders meegenomen. Tijdens de Hortifair is op alle stands op een interactieve manier en actief uitleg aan bezoekers gegeven. De belangstelling was groot en de reacties van bezoekers en pers waren erg positief. De belangrijkste vragen van het publiek zijn geïnventariseerd en deels met de uitgave van dit rapport beantwoord. Enige vragen die nog niet beantwoord zijn, zijn hieronder weergegeven:

- i) Wat is de verwachte levensduur van het materiaal? General Electric geeft 10 jaar garantie op het materiaal. In deze periode mag de lichttransmissie niet meer dan 2 % afnemen en geen vergeling optreden. In de bouw wordt het materiaal nu bijna 20 jaar gebruikt zonder verouderingsproblemen of vergeling.
- ii) Zal het materiaal niet snel vervuilen door de zigzagvorm? Op de buiten zijde is een easy clean coating aangebracht zodat het materiaal na een regenbui weer schoon is. Op de Floriade is gebleken dat het materiaal aan de buiten zijde goed schoon blijft. De binnen- en onderzijde van het materiaal is gecoat met een no drip coating zodat het water snel als een film afloopt zodat de kans op algengroei gering is.
- iii) Wat is de invloed van de verminderde UV-transmissie op het gewas? Zie voor het antwoord paragraaf 4.3.
- iv) Wanneer komt het materiaal beschikbaar? In januari 2003 wordt de productie opgestart.
- v) Kan er witte kalk op het materiaal aangebracht worden? De firma Hermadix kan een witkalk leveren die goed hecht op polycarbonaat en ook aan de easy clean buitenzijde.

Middels een antwoordfax konden mensen aangeven op de hoogte gehouden te worden van de ontwikkelingen. Op dit moment bevat de database de namen en adressen van 50 belangstellenden.

Tijdens de HORIFAIR zijn niet alleen contacten gelegd met tuinders, maar er is ook nadrukkelijk contact gezocht met andere doelgroepen: (adviseurs, bankwezen, verzekeringsmaatschappijen).



Fig. 7-1 Foto van de opstelling van de warmte isolatie van het dubbelzigzag kasdek in de demonstratie ruimte van de "Kas van de Toekomst".

Floriade

Voor de Floriade is veel aandacht besteed aan het inzichtelijk en aanschouwelijk maken van het principe van het Zigzagkasdek. In Fig. 7-1 is een foto weergegeven van de opstelling om de betere warmte isolatie van het dubbelzigzag kasdek inzichtelijke te maken. Tevens is er een opstelling om de hagelbestendigheid van het materiaal aan te tonen en een opstelling die de lichttransmissie weergeeft. Met een video worden deze aspecten eveneens belicht en wordt tevens aangetoond dat het materiaal aanzienlijk brandveiliger is dan polyacrylaat. Wederom om de doelgroep glastuinders te informeren maar ook om een breder publiek te bereiken.

Daarnaast wordt de Floriade aangegrepen om de bekendheid van het nieuwe kasdek binnen de sector te vergroten. Samen met GE zullen er speciale dagen worden georganiseerd voor mensen uit de doelgroep glastuinders en ook voor bedrijfsvoorlichters, adviseurs, kassenbouwers, bankwezen.

Relatiedag IMAG

IMAG zal haar relatiedag houden op de Floriade en een bezoek aan de Kas van de Toekomst is de grote trekker. Veel aandacht zal gegeven worden aan de energiebesparing en daardoor de bijdrage aan de beperking van broeikasgassen. Het thema van de relatiedag is "OverLeven met Emissies". Het zigzagkasdek draagt bij aan een reductie van de CO₂ emissie.

Internet

Zowel op de website van IMAG als die van de Kas van de Toekomst staan presentaties van het nieuwe kasdek.

Voorlichtingsbijeenkomsten

In maart is een voordracht gehouden voor de OVTO (ongeveer 25 bedrijfsadviseurs) in Naaldwijk en voor een club ongeveer 20 jonge tuinders van WLTO bij IMAG in Wageningen.

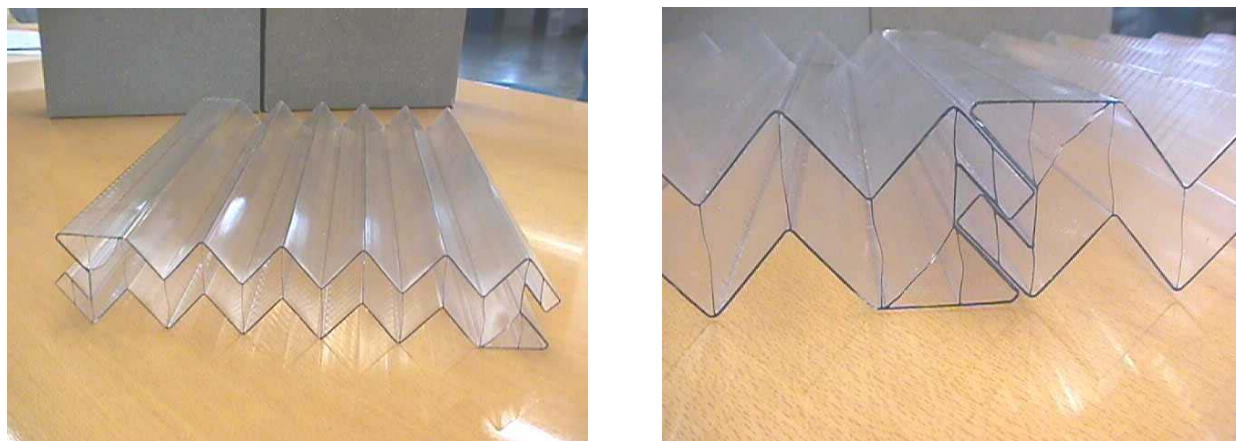


Fig.7 Foto's van het als vervolg op de prototypekas ontwikkelde geëxtrudeerde zigzag materiaal met de klikverbinding.

7.2 Verdere ontwikkeling

Uit het onderzoek is de vorm van de plaat met bijbehorende coatings ontwikkeld. De verdere industriële opschaling vindt momenteel plaats. Een knelpunt in de ontwikkeling van de nieuwe matrijs waren de zeer hoge kosten (ca. 750 Kf en een nieuwe productielijn ca. 5 Mf). In de eerste project begroting was voor de matrijs gerekend met een bedrag van 150 Kf. Deze hoge kosten wil GE-Plastics alleen dragen wanneer er een "markt" van ca. 10 ha in zicht is. In een vergadering met de AVAG (kassenbouwers) bleken de kassenbouwers in eerste instantie niet enthousiast te reageren om deze kas te bouwen. Daarom is in overleg met GE-Plastics besloten om de voordelen van dit kasdek te beschrijven in een aantal vakblad artikelen (zie verder hoofdstuk 11 publicaties) met een oproep aan tuinders om hierop te reageren. In totaal hebben ca. 20 tuinders gereageerd met nieuwbouw plannen van in totaal 40 ha. Op de presentatie van de HORIFAIR kwamen 50 reacties van tuinders. Deze reacties samen waren voor General Electric voldoende om de stap te nemen voor verdere investeringen. De eerste stap hierin was de realisatie van de Floridakas op het Floriade terrein. Een tweede stap is het ontwikkelen van een extrusiematrijs en een coating lijn. De proefmatrijs waarmee platen van 30 cm breedte gefabriceerd kunnen worden is eind mei 2002 gereed. Na coating experimenten zal er naar verwachting eind 2002 een verdere opschaling tot 1,25 m breedte plaatsvinden, zodat begin 2003 de platen beschikbaar komen voor de tuinbouw.

Verdere integratie in de praktijk vraagt medewerking van tuinders, kassenbouwers en toeleverende industrie. Het is daarom de bedoeling om in de komende periode verder te overleggen met deze tuinders en geïnteresseerde kassenbouwers.

8. Conclusies

Voor het zigzag materiaal is een bijbehorende kasconstructie ontworpen en gedemonstreerd op de Floriade 2002. Het kasdek materiaal is vervaardigd met een proefproductie. Voor deze proefproductie is vacuüm vormtechniek gebruikt. Het dubbelzigzag materiaal is voorzien van vlakke aansluitstroken om de aansluiting met de nok en dakgoot constructie te vereenvoudigen. Het materiaal uit de proefproductie bevat nog een pigment dat de lichttransmissie met 7 % vermindert ten opzichte van de eerdere samples in de onderzoeksfase. In het uiteindelijke materiaal wordt dit pigment verwijderd. Momenteel wordt een productielijn voorbereid om het materiaal op industriële schaal te produceren met behulp van extrusie techniek. Inmiddels is gebleken dat met het recent geproduceerde extrusie materiaal dezelfde hoge lichttransmissie uit de onderzoeksfase tevens met dit materiaal gehaald wordt.

De laatste metingen van de nieuw ontwikkelde geëxtrudeerde platen geven voor direct licht dezelfde lichttransmissie als de platen uit de research fase namelijk 88-89 %. Voor diffuus licht blijft dit nog 2 % achter namelijk 76 %.



De jaarrond berekeningen met het kasklimaat-simulatiemodel KASPRO geven een energiebesparing van 20-25 %. Een dubbelwandige dek resulteert in minder condensatie en daarom in meer vocht in de kaslucht, waardoor er ook meer gelucht zal moeten worden. Grotere besparingen zijn mogelijk wanneer hogere luchtvochtigheden in de kas worden toegelaten. Extra energiebesparing is mogelijk met ontvochtiging door energiezuinige warmte terugwinning uit ventilatielucht door inbouw van een warmtewisselaar, het vermijden van koudebruggen bij de fundering en door het optimaliseren van de profielen van dakgoot en nok en het toepassen van temperatuurintegratie.

De meest interessante regelingen voor de Floridakas zijn de Energie Investeringsaftrek (EIA) en de regeling Willekeurige afschrijving Milieu-investeringen in de landbouw (VAMIL). Het netto voordeel hangt af van het belastingtarief, maar zal voor de EIA (aftrek) groter zijn dan voor de VAMIL (rente- en liquiditeitsvoordeel). In een rekenvoorbeeld is aangegeven dat de combinatie met Energie Investeringsaftrek voor de teelten tomatomaat, paprika en troschrysanthe ten opzichte van de referentiekas een positief bedrijfsresultaat ontstaat voor de kas met een zigzagbedekking.

De teelt van tomaat is bedrijfseconomisch het meest interessant voor de zigzagkas. Door toepassing van de alternatieve goot ontstaat meer investeringsruimte. Toepassing van deze goot lijkt bedrijfseconomisch dan ook interessant.

Uit het totaalplaatje inclusief alternatieve goot (Tabellen 5-5, 5-6 en 5-7) blijkt dat de Floridakas voor tomaat bij een gasprijs van 23 ct/m³ bedrijfseconomisch interessant is. Bij de troschrysanthe en Kalanchoë levert dit eveneens een redelijke investeringsruimte op en in combinatie met subsidie is de investering interessant.

Indien rekening wordt gehouden met een duurdere referentiekas door het verplicht stellen van gehard glas dan is de Floridakas ook bij een gasprijs van 18 cent of een commodityprijs van 14 cent ook zonder subsidie rendabel.

9. Aanbevelingen

De hier uitgewerkte studie heeft laten zien dat het gebruik van het innovatief zigzagvormig kasdek een hoge energiebesparingspotentie heeft (tot ruim 10 m³ aardgas per m² per jaar op een verbruik van 43 m³ per m² per jaar en dat de invoering mogelijk is tot 80-90 % van alle teelten. Tijdens de officiële opening van de "Kas van de Toekomst" op 14 april 2002 op de Floriade bleek uit een interview met tuinders dat er nog vragen zijn met betrekking tot opbrengst van groente gewassen en de kleur van bloemen en potplanten. Dit laatste in verband met een verminderde transmissie van de UV-straling. Het zou goed zijn antwoord te krijgen op deze vragen uit de praktijk. Gecombineerd met nieuwe mogelijkheden voor ontvochtiging door efficiënt droogstoken, temperatuur integratie en het vervangen en verminderen van de constructiematerialen en door gebruik van kunststofprofielen waarbij koude bruggen zoveel mogelijk vermeden worden kan een ca. 45 % energiebesparende kas aangetoond worden. In dit onderzoek kan tevens de lichtopbrengst getoetst worden. Omdat de benodigde materialen nu ontwikkeld zijn en snel tot productieniveau komen kan het dubbeldek zigzagmateriaal nog een belangrijk aandeel kunnen leveren in de energiebesparing voor 2010.

10. Literatuur

Born M., Wolf E., Principles of Optics, Cambridge University press, seventh expanded edition, 1999

Hecht E., Zajac A., 1980, Optics, Addison-Wesley company, sixth printing 1980

NEN 3859 (1996) Tuinbouwkassen – Constructieve eisen, NNI, Delft, p. 20

NEN 2675 (1990), Vlakglas; Tuinbouwglas; Bepaling van de lichtdoorlatendheid, Nederlands Normalisatie



instituut, Delft, 4 pag.

prEN ISO 10077-2, Europese norm voor de berekening van de U-waarde

Ruijs M.N.A., Paassen, R.A.F. van, 2001, Bedrijfseconomische beoordeling van verschillende kasdekmaterialen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving Intern Rapport Nr. 246 juni 2001

Sonneveld P.J. en Bakker J.C., (1999), Vooronderzoek Innovatieve Kas- en Teeltconcepten, 1 februari 1999, IMAG Nota V99-08 IMAG Wageningen

Swinkels G.L.A.M. Huijs J.P.G. De Zwart H.F., 2000. Standaardteelten, Instituut voor Milieu- en Agritechniek (IMAG) Wageningen, IMAG Nota P 2000-85, 43 pag

Overzicht publicaties in relatie tot de kas met zigzagplaten

Derikx, P., 2001, Kas van de toekomst, Resource, #1, Wageningen UR, september 2001, p. 15

Derikx, P.J.L., 2002, Floriade 2002/ Kas van de toekomst, Resource, magazine van Wageningen Universiteit & Researchcentrum, # 3, april 2002, p. 8.

Derikx, P.J.L., J.C.J. Ammerlaan en H.D.M. Kool (2000), Kas van de toekomst: nu onderzoek, straks werkelijkheid, *Vakblad voor de Bloemisterij*, no. 19, 12 mei 2000

Bakker, J.C., Duffhues W.F.S., Kool E., Zwart H.F., van de Braak N.J., Kas van de Toekomst, september 1998, IMAG-DLO Wageningen

Hagg M., 2002, Kas Floriade demonstreert de toekomst, Weekblad voor Wageningen UR, 14, 25 april 2002, p8

Sonneveld P.J., 2000 (1), Floridakas voorzien van uniek kasdek, *Oogst Tuinbouw*, 1 december 2000, p. 35

Sonneveld P.J., 2000 (2), Floridakas: Lichtrijke kunststofplaat op Kas van de Toekomst, *Vakblad voor de Bloemisterij*, **48** (2000), p. 44 -45

Sonneveld P.J., 2000 (3), Nieuwe kunststofdek bespaart een ton per jaar, *Groenten en Fruit Glasgroenten* december 2000, p. 12-13

Sonneveld, P.J. en D. Waaijenberg, 2000, Floridakas met zigzagvormige kunststof platen, lezing voor leden van AVAG in Rotterdam, 7 november 2000

Sonneveld, P.J., 2001(2), Zigzagplaat voor zuinige kas – Floriade krijgt primeur, *Energietechniek*, jaargang 79, no. 7/8, juli – augustus, p. 348 – 351

Sonneveld, P.J., J.J.G. Breuer, J.B. Campen, G.L.A.M. Swinkels en D. Waaijenberg, 2001, Ontwikkeling van een hoog isolerend zigzag-vormig kasdek met een geoptimaliseerde lichttransmissie, IMAG Nota P 2001-88, 51 p.

Sonneveld, P.J., 2002(1), Kas van de Toekomst krijgt vorm, *Groenten en Fruit*, no. 8, 2002, p. 28-29.

Sonneveld, P.J., 2002(2), Twintig procent besparing door revolutionaire kas, *Westlandsche Courant*, 31-1-2002, p.5.

Sonneveld P.J., 2002(3), Superglaskas laat meer licht door, *Volkscrant*, 6 april 2002/3W



Sonneveld, P.J. en Waaijberg D., 2001, Energiezuinig kasdek, poster Hortifair-tentoonstelling, Amsterdam, 31 oktober tot 3 november 2001

Stoffers, J.A., (1998), Light Transmission of Zigzag-shaped Multispan Greenhouses. *Acta Hortic.* 456, ISHS, Wageningen, p. 382-291

Stoffers, J.A., (1967),. Lichtdoorlatendheid van met vlakke materialen bedekte warenhuizen. (Light transmission of multispan greenhouses clad with flat materials). Wageningen, IMAG. ITT publ. 14, 35 pp.

Swinkels, G.L.A.M, P.J. Sonneveld and G.P.A. Bot, 2001, Improvement of Greenhouse Insulation with Restricted Transmission Loss through Zigzag Covering Material,, *Journal of Agricultural Engineering Research*, **79**, No. 1, May 2001, p. 91-97.

Waaijberg, D, P.J. Sonneveld en S. Hoffmann, 2001(1), Zick-Zack-Gewächshausbedachung – eine hoch isolierende und lichtdurchlässige Kunststoffplatte, paper bij GKL-Frühjahrstagung 'Kunststoffe im Gewächshausbau und in der Gewächshausnutzung', Erfurt (D), 25 en 26 april 2001, gepresenteerd door S. Hoffmann.

Waaijberg, D., P.J. Sonneveld en S. Hoffmann, 2001(2), Gewächshausbedachung in Zick-Zack-Form, *Taspo*, 135 (22), 1 juni, p. 8.

Waaijberg, D, P.J. Sonneveld en S. Hoffmann, 2001(3), Greenhouse design for the future with a cladding material, which combines high insulation capacity with high light transmittance, Paper: Workshop Greenhouse design and crops engineering, Vieste, Italië, 14 september 2001, gepresenteerd door D. Waaijberg

Waaijberg, D, P.J. Sonneveld en S. Hemming, 2001(4), Lichtdurchlässig und Energie sparend, *Deutscher Gartenbau*, 55. Jahrgang, no. 37, 15-9-2001, p. 30-33

Waaijberg, D, 2001, Entwicklungen im niederländischen Gewächshausbau, lezing bij KTBL-Arbeitstagung 'Technik im Gartenbau', Bad Waldsee (D), 24 september 2001, gepresenteerd door D. Waaijberg

Waaijberg, D, P.J. Sonneveld en S. Hemming, 2001(5), Zick-Zack-Gewächshausbedachung, Gärtnerbörse – *Das Magazin für Zierpflanzenbau*, 101. Jahrgang, no. 19, 13-10-2001, p. 46-48

Waaijberg, D, 2001, Entwicklungen im niederländischen Gewächshausbau, lezing voor studenten van de universiteit Hannover, Hannover (D), 15 november 2001

Waaijberg, D, 2002(1), Das Gewächshaus der Zukunft, lezing voor tuinders tijdens Ahlemer Betriebsleitertage, Landwirtschaftskammer Hannover in Hannover op 15 januari 2002

Waaijberg, D., 2002(2), Die Floriade stellt die Zukunft vor, *Deutscher Gartenbau*, no. 8, 23-2-2002, p. 31-33.



11. Appendix

A. Tussen resultaten lichtberekeningen

Brekingsindex	Materiaal	Aantal lagen	Dakhelling
1.584	Polycarbonaat	2	25.00

Doorlatendheid kas zonder constructiedelen : 0.7610

Tau als:	Refl.=0	Volgens opgave	Refl.=1
----------	---------	----------------	---------

Eindwaarde	0.6500	0.6700	0.7200
------------	--------	---------------	--------

Ongunstige schatting :

0.6300	0.6600	0.7100
--------	--------	--------

Gedifferentieerd naar zone.

NOK zone :	0.9863	0.9900	0.9988
ROEDEN zone :	0.6890	0.6983	0.7251
GOOT zone :	0.9633	0.9709	0.9885
SPANT zone :	1.0000	1.0000	1.0000
KOLOM zone :	0.9956	0.9969	0.9999

I.M.A.G. schatting van de lichttechnische kwaliteit van een kas.
Maatstaf hierbij is de doorlatendheid voor ideaal diffuse straling.

	Rel.opp	Hor.deel	Reflectie
NOK zone :	0.0275	0.0909	0.3000
ROEDEN zone :	0.0833	0.4000	0.3000
	0.0125	0.6667	0.0000
	0.0122	0.6366	0.3000
	0.0176	0.4286	0.3000
	0.0174	0.4000	0.3000
	0.0267	0.6667	0.0000
	0.0196	0.6366	0.3000
GOOT zone :	0.0733	0.3125	0.3000
KOLOM zone :	0.0088	0.0196	0.3000

Totaal : 0.2990
Oppervlak[1-H]R : 0.0498
Oppervlak[1-H] : 0.1792

Doorlatendheid kas zonder constructiedelen : 0.7600

Brekingsindex	Materiaal	Aantal lagen	Dakhelling
1.584	Glas	2	25.00

Tau	Refl.=0	Volgens opgave	Refl.=1
-----	---------	----------------	---------

Eindwaarde :	0.6500	0.6700	0.7200
--------------	--------	--------	--------

Ongunstige



schatting : 0.6300 0.6600 0.7100

Ongunstig voorzover wederzijdse beschaduwning betreft :0.6700

Gedifferentieerd naar zone.

NOK zone :	0.99	0.99	1.00
ROEDEN zone :	0.69	0.70	0.73
GOOT zone :	0.96	0.97	0.99
SPANT zone :	1.00	1.00	1.00
KOLOM zone :	1.00	1.00	1.00

B. Datasheet dubbelzigzag-materiaal

Specificaties

Tabel 1. Overzicht van de specificaties van de kanaalplaat, 20 februari 2001

Lichttransmissie loodrecht opvallend licht ¹	89 [%] ²
Lichttransmissie diffuuslicht ¹	78 [%] ³
Warmtedoorlaat coëfficiënt	3,4 [W/m ² K] ⁴
Materiaal	polycarbonaat
Coating buitenzijde	Easy clean
Coating binnenzijde	Anti drip
Maximum overspanning zonder constructiedelen	2,5 [m]
Brandveiligheid	zelfdovend
Bestendigheid tegen mechanische belasting zoals hagel	goed
Levensduur	<ul style="list-style-type: none">➤ Meer dan 15 jaar➤ GEP geeft 10 jaar garantie op de blijvende lichttransmissie ⁶

1) Gemeten waarde volgens NEN 2675; door de clickverbinding van de platen zijn er geen roeden nodig waardoor een extra lichttransmissie van ca. 1 % haalbaar is.

2) Ter vergelijking de transmissie voor loodrecht opvallend licht voor een enkellaags glasdek (Venlo) is 89-91 %.

3) Ter vergelijking de transmissie voor diffuus licht voor een enkellaags glasdek (Venlo) is ca. 81 %.

4) Berekende waarde volgens de Europese standaard prEN ISO 10077-2 bij een plaatdikte van 25 mm; ter vergelijking enkel glas heeft een warmtedoorlaat coëfficiënt van ca. 6 W/m²K.

5) Berekend met de wind - en sneeuwbelastingen volgens de Nederlandse norm NEN 3859.

6) Afname lichttransmissie in tien jaar is gegarandeerd minder dan 2 %